REVISTA DE AGRICULTURA

DE

PUERTO RICO

PUBLICACIÓN OFICIAL DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y TRABAJO

Entered as second-class matter February 9, 1920, at the post office at San Juan, Porto Rico, under the Act of March 8, 1879. Acceptance for mailing at special rate of postage provided for in Section 1102, Act of October 3, 1917, authorized July 21, 1920.

Jaime Bagué . . . . . Editor Jefe

CO-EDITORES

Ignacio L. Torres. . . . . Fomento Agrícola
R. Fernández García . . . . . Estación Experimental
Wm. P. Kramer. . . . . Bosques
Carmelo Honoré . . . . . Trabajo

Felipe Jiménez Rivera. . . . . *Director*
Virgilio Ramos Rodríguez . . . . . *Administrador*

ÍNDICE DE MATERIAS

MES DE JUNIO DE 1930

Pág.

La Aportación de la Agricultura Científica en la Industria Azucarera de Puerto Rico. Por Carlos E. Chardon ---- 221

El Cuarto Congreso Internacional Azucarero. Por Manuel A. del Valle ---- 224

Observaciones Sobre el Cultivo de la Caña en Hawaii y Puerto Rico. Por Ross L. Page ---- 225

La Situación Actual en Enfermedades de la Caña de Azúcar en Puerto Rico. Por Melville T. Cook ---- 227

Clasificación de Suelos. Por Fernando A. Villamil 232

La Malaria en Puerto Rico. Por Walter C. Earle, M.D., y Antonio Arbona, M.D. ---- 235

Inspección de Abonos en la Isla de Puerto Rico. Por Rafael Vilá Mayo ---- 240

El Papel de la Potasa en los Abonos de Caña. Por Otto Hach ---- 244

Un Poco de Historia Sobre Variedades de Caña en Puerto Rico. Por Pedro Richardson ---- 248

Nuevas Máquinas en la Industria Azucarera. Por F. A. Ortiz ---- 254

Pág.

Servicio de Riego de Puerto Rico. Por Antonio Lucchetti ---- 258

Conferencia Sobre el Sistema del Riego de Isabela para la Asociación de Tecnólogos Azucareros de Puerto Rico. Por Rafael A. González ---- 263

Cultivo de la Caña de Azúcar en Puerto Rico. Por E. D. Colón ---- 267

La Asociación de Tecnólogos Azucareros de Puerto Rico. Por Jaime Bagué, V.M.D. ---- 272

La Naturaleza Múltiple de la Vitamina B. Por Dr. Joseph H. Axtmayer ---- 274

Suelos y Fertilizantes para Caña. Por Isidoro A. Colón ---- 280

Drenaje de Terrenos Poyalosos en Puerto Rico. Por Manuel A. Vicente ---- 284

La Producción del Azúcar en Puerto Rico. Por Félix R. Hilera ---- 285

Variabilidad y Distribución de la Humedad en los Abonos para Caña Mezclados en Puerto Rico. Por Pedro Quiñones ---- 287

La importancia de la Industria de Nitrógeno Sintético. Por August C. Strauss ---- 290

San Juan, P. R., Bureau of Supplies, Printing, and Transportation, 1930

Página del Director

Motivos de este Número

El presente número **EXTRAORDINARIO** de la "Revista de Agricultura de Puerto Rico", dedicado por nuestro Departamento a la Asociación de Tecnólogos Azucareros, contiene todos los trabajos presentados en la última reunión anual del precitado organismo, muchos de los cuales fueron enviados al Congreso Internacional de Tecnólogos Azucareros celebrado en Java.

Notarán nuestros lectores que hemos repetido varios trabajos que ya habíamos dado a conocer en anteriores ediciones de esta "Revista", con el único propósito de coleccionar en un solo haz, los importantes estudios que nuestros hombres de ciencia llevaron a la última reunión de su importante organismo investigador.

Con la única excepción de tres trabajos, nuestra "Revista" contiene la misma colección que publicó en su reciente manual el Sr. A. B. Gilmore; de manera que, sin haberlo perseguido expresamente, tenemos una versión española casi completa de los artículos acogidos en el referido Manual.

Se han suprimido de los textos los mapas, las referencias y las ilustraciones a fin de dar logro al deseo de insertar el mayor número de temas en una sola edición mensual.

Podemos servir a las personas interesadas varios ejemplares de este número extraordinario de junio, con el único requisito de que tales señores interesados ingresen en nuestras listas de suscritores, cosa que pueden hacer con sólo el pago anual de $2.50.

Revista de Agricultura de Puerto Rico

Año XII—No. XII | San Juan, P. R. Junio, 1930 | Vol. XXIV

La Aportación de las Ciencias Agrícolas a la Industria Azucarera de Puerto Rico

Por *Carlos E. Chardón,*
Comisionado de Agricultura y Trabajo.

El aumento en la producción azucarera de Java, Hawaii, Puerto Rico, y el resurgimiento actual de esta industria en Luisiana, son ejemplos notorios de la contribución efectiva que las ciencias agrícolas han prestado a la industria azucarera. En la mayor parte de los otros países, la producción de azúcar está por lo general dividida en dos actividades agudamente diferenciadas; a saber: (*a*) la parte industrial rigurosamente técnica y (*b*) la rutina de campo o parte esencialmente agrícola. No obstante, en los países mencionados arriba la producción no depende exclusivamente de la alta especialidad en los modernos equipos de las factorías, sino que han de tenerse en cuenta una eficiente disposición de los factores de campo tales como el riego, preparación del terreno, selección de semillas, aplicación de abonos, variedades de caña, y el dominio de las plagas y enfermedades que permita la mejor producción económica de azúcar por unidad de área.

La experiencia demuestra que un debido balance entre los factores (A) y (B) es necesario a fin de conseguir los más elevados y más económicos rendimientos. La misma Cuba que constituye un ejemplo superlativo del cultivo extensivo de la caña de azúcar, ha demostrado en los últimos años un marcado interés en los problemas de campo.

Apenas si existe un ejemplo—con la posible excepción de Java y Hawaii—de un rápido aumento de producción debido a la aplicación de la agricultura científica, como el que demuestra la industria azucarera de Puerto Rico. No solamente nuestra producción ha tenido un notable aumento sin expandir el área de cultivo sino que, como lo admiten los mismos industriales, a no haber sido por las mejoras en el trabajo de campo ni una sola compañía en la Isla habría podido confrontar la crisis actual motivada por los bajos precios del azúcar.

La siguiente ha sido nuestra producción azucarera en los últimos años, en toneladas cortas:

1915	346,490
1916	483,590
1917	503,081
1918	453,794
1919	406,002
1920	485,071
1921	489,818
1922	408,335
1923	379,172
1924	447,587
1925	660,411
1926	603,240
1927	627,593
1928	747,845
1929	586,761
1930	850,000*

Por estas zafras se ve que el promedio de producción durante los años 1925–30, excluyendo la cosecha muy baja después del huracán, fué de 697,000 toneladas cortas, mientras que el promedio durante la década precedente, es decir, de 1915–24, fué de 440,000 toneladas cortas, lo que representa un aumento aproximado durante los últimos años de un 60% sobre las zafras normales anteriores, sin aumentar el área bajo cultivo.

Los cálculos para la zafra de 1930, aunque se estimaron conservativamente en 743,000 toneladas, se han aumentado eventualmente a 850,000, es decir, la zafra más alta registrada para nuestra Isla, y la cual es un 93% mayor que las zafras normales en la época de la clásica Cristalina.

El hecho de que estos repetidos aumentos se atribuyen en su mayor parte al trabajo realizado cuidadosamente en las variedades, ha sido un tema discutido por el autor en un artículo anterior "La Revolución de las Variedades de Caña en Puerto Rico" en el cual luego de considerar los cuatro factores primarios en la producción azucarera de la Isla, o sean, el área, la precipitación pluvial, la enfermedad del mosaico y la selección de variedades, llegó a la conclusión de que la labor realizada en las variedades de la caña era el factor a que se debía, en primer término, el aumento en producción conseguido en casi todas las centrales.

Resulta por demás importante observar que todo el progreso efectuado en las variedades de caña puede atribuirse indirectamente a las epidemias serias como el mosaico que amenazó destruir la industria en varias regiones, que motivaron los repetidos ensayos y a la propagación de variedades nuevas que demostraron ser inmunes o altamente resistentes a la enfermedad. Cualquiera de las variedades que demostraba alguna superioridad a las antiguas, era extendida rápidamente y en un corto tiempo sustituía a las viejas.

Cuando la enfermedad del mosaico apareció devorando los campos de cañas en Arecibo en 1915, solamente había bajo cultivo extenso, cinco variedades de caña en la Isla: La Rayada, La Cristalina, La Cavangerie, La Otahiti, y La Caledonia Amarilla. Por tanto, las condiciones no eran muy disimilares a las prevalecientes hoy en Cuba y Santo Domingo. La Rayada y la Cristalina eran los tipos más regularizados, se consideraban como excelentes rendidoras de azúcar y poseían la cualidad de retoñar bien. Allá para el año 1923 recuerdo que uno de los más progresistas administradores de una gran central de la

* Estimado.

costa sur me expresó su creencia de que la caña Cristalina era una variedad tan excelente que no tenía sustituta posible. Dos años más tarde, esta misma central cambió totalmente la Cristalina por la B. H. 10–12.

Las pérdidas sufridas por varias centrales a causa del mosaico fueron muy alarmantes. La epidemia estaba en su apogeo en el año 1921. Una central representativa de la región occidental acusó un descenso en sus campos de cañas hasta llegar a 8 toneladas por cuerda. En las tres zonas de infección intensa las pérdidas debidas al mosaico se calcularon para el año 1929 en 48,272 toneladas cortas las que a un promedio de $113.03 por tonelada, representaron durante ese año la considerable pérdida de $5,469,218.

Esta misma condición prevaleció durante algún tiempo causando gran alarma en nuestra industria azucarera hasta que surgió el alivio por medio de los brillantes y clásicos estudios del profesor F. S. Earle, en el campo de las variedades de caña. Mientras estuvo relacionado con la Estación Experimental Insular, el Sr. Earle condujo un extenso experimento de inmunidad con 172 variedades de cañas en la colonia de Santa Rita de la Guánica Central, con el objeto de probar la resistencia o susceptibilidad de cada una de estas variedades a la enfermedad. Entre todas ellas sólo una variedad apareció inesperadamente inmune al mosaico y fué la Uba o Kavangire. La historia de esta interesante caña en sus excursiones por el mundo demostraba una serie completa de fracasos. Un informe de 1860 de la isla de Mauricio, la clasificaba como una "caña sin valor", mientras que en Tucumán, Argentina, se le hacía crecer entre la colección de variedades como una curiosidad botánica. El experimento de Santa Rita y los inmediatos resultados prácticos que le siguieron, demarcaron el punto culminante en la crisis del mosaico llegando a ser el principio de una nueva era para la industria azucarera de la Isla. Por primera vez, un experimento cuidadosamente realizado, daba esperanzas de ayuda práctica y los cosecheros de ahí en adelante, comenzaron a esperar resultados positivos de las aplicaciones de las ciencias a la agricultura.

Como resultado revelante del experimento de Santa Rita, las tres secciones mayormente infestadas del oeste cambiaron sus cañas viejas por la Uba, y en sólo dos años aumentaron su rendimiento como sigue: Distrito de Pagán, de 12.40 toneladas por cuerda a 29.84, o sea, 140.5 por ciento; Valle San Germán, de 10.08 toneladas por cuerda a 24.61 o sea 140.3 por ciento; Central Eureka, de 8 toneladas por cuerda a 20.22 o sea 153.1 por ciento.

Estos aumentos sin precedentes en el tonelaje, que acusaba no solamente una completa recuperación sino también muchas mejoras en cuanto al tonelaje existente antes de la infección del mosaico, prepararon la senda para iniciar con mucho mejor éxito el ensayo de otras nuevas variedades. En el año 1921 la Estación Experimental Insular publicó el trabajo de Earle titulado "Variedades de caña 11", que era un tratado conciso que comprendía la descripción, caracteres de cultivo, cualidades de resistencia al mosaico de cientos de variedades nuevas sometidas a pruebas bajo las distintas condiciones de la Isla. Dos de las variedades nuevas la S. C. 12–4 y la B. H. 10–12 resultaron promisivas en alto grado. Ninguna de estas dos variedades era inmune al mosaico pero probaron ser muy superiores a los viejos tipos, en tonelajes y en rendimiento de azúcar. Se podía sustituir con ellas a la clásica Cristalina en toda la costa sur de la Isla en donde había muy poca o casi ninguna infección.

A la Central Mercedita, de Ponce, pertenece el crédito de haber sido la primera compañía azucarera que llevó a la práctica la siembra de estas dos variedades en gran escala. Los resultados fueron muy satisfactorios y los años 1925–27 presenciaron un cambio radical de la Cristalina a la B. H. 10(12) y la S. C. 12(4) en toda la costa sur, reportando inmensos beneficios a la industria. La compañía azucarera La Aguirre que llegó al promedio de 3.46 toneladas de azúcar por cuerda durante el lustro de 1921–25 con la caña Cristalina, aumentó su producción en 1927 con la B. H. 10(12) hasta 6.57 toneladas de azúcar por cuerda en una plantación de 13,000 cuerdas. El promedio de duración del período de crecimiento en Aguirre es de 13 meses, de manera que, la producción fué 0.505 tonelada de azúcar por cuerda en cada mes, números que no distan mucho de la producción de la Ewa en Hawaii, que es de 11.43 toneladas por cuerda, que en un período de 20 meses, nos da 0.571 tonelada de azúcar por cuerda, mensualmente.

Un experimento de campo en gran escala que resultó interesante, fué el que condujo el autor con la B. H. 10(12) en el Valle Columbia y que se llevó a cabo en un período de años. En este sitio una severa epidemia de gomosis había infestado los campos de Cristalina y estaba ya afectando seriamente los rendimientos. La B. H. 10(12) a pesar de que es susceptible al mosaico es prácticamente inmune a la gomosis. Los resultados obtenidos después de 4 años de trabajo fueron como sigue:

Central Columbia Maunabo, P. R.	Zafra de 1924–25 Cristalina	Zafra de 1927–28 B. H. 10–12
Infección de gomosis	37%	0%
Cuerdas cortadas	1,056	769
Toneladas de caña	30,500	36,189
Toneladas de caña por acre	28.50	47.10
Rendimiento en la factoría (96°)	9.86	11.15
Toneladas de azúcar por acre	2.16	4.95
Precipitación pluvial	85.09	77.93

Aumento en producción de azúcar por acre: 128.3%

Para la zafra de 1928 el cambio de variedades estaba en completa vigencia y no fué una mera coincidencia que durante ese año se obtuvo en la zafra de la Isla un total de 748,677 toneladas. El personal de campo del Departamento de Agricultura y Trabajo preparó, para ese año, un censo de las diversas variedades de caña que dió el siguiente resultado: B. H. 10(12), 41.3%; S. C. 12(4), 19.2%; Uba, 11.7%; Cristalina, 11.6%; P. O. J. 36 y 213, 6.6%; B 433, 6.1%; D 109, 1.7%; todas las otras 1.8% (estos por cientos proceden del número de cuerdas cortadas durante dicho año).

Las últimas series de caña P. O. J. empezaron a llamar la atención durante esta zafra en que se cortaron más de 243 cuerdas de la P. O. J. 2725, la mayor parte de la central

Coloso que fué el primer molino que probó esta variedad en gran escala. La Estación Experimental Insular publicó por entonces el boletín número 34 para divulgar entre los colonos nuestras experiencias en el procedimiento de cultivo de esta variedad. Al mismo tiempo la P. O. J. 2878 se iba extendiendo rápidamente con la esperanza de que ella duplicara aquí en la Isla su maravilloso resultado en Java.

Las P. O. J. 2714, 2725, 2878 y 2883 son una serie de cañas criadas en la *Proefstation Oost* en Java en donde se han trasmitido las características de inmunidad de la caña silvestre *Saccharum spontaneum* a tres generaciones consecutivas por medio de una serie de cruces con cañas "nobles" hasta llegar a un tipo ideal de caña de gran contenido de sucrosa, buenas cualidades de molienda e inmune al mosaico, lo que se obtuvo con la P. O. J. 2878.

No estamos en condiciones precisas de asegurar, en el momento actual, las ventajas de la nueva caña P. O. J. 2878, en comparación con las dos variedades *standard* B. H. 10–12 y S. C. 12–4. Podemos, sin embargo, mostrarnos bastante pesimistas, a la luz de las primeras experiencias en el campo, ya obtenidas por nuestra Estación Experimental Insular. En efecto, en un experimento cooperativo con la Central Aguirre, la P. O. J. 2878 rindió 8.56 toneladas de azúcar por acre, contra 7.91 rendidas por la B. H. 10–12. Otro experimento cuidadosamente llevado en la Central Cambalache, dió aún mejores resultados, pues éste es un valle en donde el mosaico siempre ha sido un factor importante; y la P. O. J. 2878 siendo inmune a esta enfermedad, naturalmente aventaja a las demás variedades. En Cambalache, la P. O. J. 2878 rindió 6.81 por año contra 5.07 y 4.84 rendidos respectivamente por la S. C. 12–4 y la B. H. 10–12. De confirmarse estas experiencias, en mayor escala durante la próxima cosecha, podemos entonces esperar un nuevo cambio general de variedades, lo cual significará un aumento de 100 a 150,000 toneladas de azúcar, y elevarse entonces nuestra zafra a un millón de toneladas allá para el año 1934 o 35.

En Puerto Rico se han cruzado interesantes *seedlings* en la Estación Experimental Insular, en la Federal y en la compañía azucarera de Fajardo. La mayor parte de ellos han consistido en cruces de P. O. J. 2725 y S. C. 12–4, resultando también ellos inmunes al mosaico. Hay muchos de ellos que se muestran muy prometedores y están siendo sometidos a pruebas rigurosas de campo, en cooperación con la Central Aguirre, la Central Cambalache y la sub-estación cañera de Isabela.

Esto resume de manera muy precisa el presente estado de las variedades de cañas en Puerto Rico. Nos hallamos en un interesante período de transición en que hemos sometido a estudio la P. O. J. 2878 y la probamos en experimentos de campo. Mucho queda aún por hacer y mayor número de agradables sorpresas nos aguardan en el futuro en esta provechosa línea de investigaciones. Los resultados obtenidos ya han superado nuestras esperanzas y los cambios rápidos y los beneficios derivados del estudio de las variedades han sido tan evidentes para todos que, como dijo el autor en otro artículo, "Sólo la palabra revolución con todo su dinámico significado puede dar una idea de las bendiciones que ha recibido Borinquen en los últimos años".

Lo que se ha probado en cuanto al trabajo de variedades de caña en la Isla, ocurre también en grado más inferior en otras actividades. Los resultados no han sido tan notables debido en parte al hecho de que son práctica de los últimos años y ha de transcurrir algún tiempo antes que recibamos su beneficio.

Uno de los problemas básicos de campo que todavía permanece insoluto aunque se han realizado algunos progresos en su estudio, es el abono de la caña. La fórmula de abono generalmente usada para la caña es la de 12–6–5. No se sabe cómo fué que llegó a aceptarse generalmente esta fórmula. A la lumbre del trabajo realizado en otros países productores de azúcar, el 12 que representa el porcentaje de amoníaco (NH_3) no está lejos de constituir las exigencias alimenticias de la caña, pero no parece que haya justificación para aceptar llanamente el 6–5 que representa el ácido fosfórico obtenible (P_2O_5) y potasa soluble en agua (K_2O) respectivamente.

La Estación Experimental Insular a iniciativa del Sr. Rafael Fernández García está realizando una serie de experimentos en cooperación con varios molinos, para determinar aproximadamente las exigencias de abono de las varias secciones azucareras de la Isla, pero no se pueden hacer recomendaciones definitivas hasta que haya transcurrido un número de años de cuidadosa investigación.

Coincidente con estos experimentos el Negociado de Terrenos y Química del Departamento Federal de Agricultura está preparando una mensura de los terrenos de la Isla y un mapa con detalle de las tierras que prepara también en cooperación con la Estación Experimental Insular y la ayuda financiera de las compañías más progresistas.

También se realiza algún progreso en las líneas de las enfermedades de las plantas menores, combates de las plagas de insectos, distancia de las siembras y reclamación de terrenos. Hay una larga serie de experimentos en variedades, abonos, distancias de siembra, etc., que tiene la Estación Experimental Insular cooperando con varias compañías en distintas partes de la Isla. Además de la Estación Experimental Insular está también la Estación Experimental Federal, situada en Mayagüez, a quien se debe la introducción de muchas de las nuevas variedades de cañas, y una Estación privada que posee la compañía azucarera de Fajardo que ha realizado para su firma una labor muy eficiente.

La Estación Experimental Insular en Río Piedras está situada en una finca de 183 cuerdas de las cuales sólo 40 son llanas y adecuadas para trabajos experimentales. Esta estación se mantuvo durante muchos años con la modesta asignación anual de 80,000 dólares que no puede compararse con los 350,000 dólares que tiene en presupuesto la estación de los cosecheros de azúcar de Hawaii, y los 560,000 invertidos anualmente en la Estación

de Pasoeraen, provistos por el Sindicato Azucarero de Java. Un empréstito reciente hecho con el fin de ampliar los edificios de la institución se está pagando con las entradas de la Estación misma. Lo que hace disimilar estas dos instituciones es que la nuestra es estrictamente gubernamental como dependencia del Departamento de Agricultura y Trabajo y sostenida totalmente por asignaciones que provee la Legislatura de Puerto Rico, mientras que las otras dos están financiadas por la industria. Además la nuestra no está totalmente dedicada a problemas de caña sino que tiene colateralmente un número de problemas de industria animal, investigaciones entomológicas, horticultura y frutos menores, problemas botánicos y patológicos, etc. En el año 1927 la suma para su mantenimiento fué elevada a 130,000 dólares y su presupuesto durante el presente año es de 120,777 dólares. El personal técnico llega a 18. Nos parece conveniente añadir que, aunque la institución funciona directamente bajo un director que está sujeto al Comisionado de Agricultura y Trabajo, la cual es una posición *cuasi* política, puesto que necesita la aprobación del Senado de Puerto Rico, la Estación Experimental ha sido considerada siempre como un centro científico, sin permitir que las influencias externas intervengan en su dirección y organización.

El éxito obtenido por la Estación Experimental Insular no debe ser medido únicamente por los beneficios materiales derivados por la caña y otras industrias agrícolas de la Isla. Ha tenido también varios aspectos educacionales que deben ser reconocidos. Ha sido el centro de práctica agrícola para los expertos que no solamente son *leaders* en agricultura y en ciencias en Puerto Rico, sino, que han llegado a serlo también en Cuba, Santo Domingo, Colombia y Perú. El establecimiento de la Escuela de Agricultura de Medellín, Colombia, el reconocimiento (*survey*) del Valle del Cauca, la cooperación activa que estamos realizando con los gobiernos de Venezuela, Panamá y Ecuador, figura entre las más progresivas actividades de nuestra institución Insular, y Puerto Rico por medio de este trabajo se encuentra desempeñando un papel importante en los problemas Panamericanos.

El Cuarto Congreso Internacional Azucarero

Por *Manuel A. del Valle,*
Secretario Auxiliar.

La sección azucarera de la Comisión Pan Pacífica de Conservación de Alimentos celebró sus sesiones en Honolulú, Hawaii, del 28 de julio al 14 de agosto de 1924 para discutir los problemas técnicos de interés común, echando de este modo las bases para una Sociedad Internacional de Tecnólogos Azucareros, cuyo motivo es "promover por medio de convenciones trianuales la discusión de los problemas técnicos de la industria azucarera en campo y fábrica".

Durante esta primera conferencia estuvieron representados diez países productores de azúcar; el Sr. Norman Kay, de la central Aguirre representaba los intereses azucareros de Puerto Rico.

La segunda conferencia se celebró en la Habana, Cuba, como huéspedes del Gobierno Cubano bajo la hábil dirección del Dr. Hamilton P. Agee, director de la Estación Experimental de los cosecheros del Hawaii.

La Convención se prolongó desde el 14 al 25 de marzo de 1927. Concurrieron delegaciones de Cuba, Santo Domingo, Fijí, Hawaii, Japón, Formosa, Java, Méjico, Holanda, Australia, Africa, Estados Unidos Continentales, Filipinas y finalmente Puerto Rico cuyos delegados fueron los señores Francisco López Domínguez y Manuel A. del Valle.

Durante estas conferencias los delegados de nuestra Isla extendieron sus invitaciones para celebrar el Tercer Congreso en Puerto Rico, pero debido a un acuerdo previo de alternar las Convenciones entre los hemisferios oriental y occidental se aceptó la invitación que se extendió por Suiker Syndikaat de Java, y la Proofstation de Pasoeroean, Java, fué designada como el sitio de reunión.

La tercera Convención de la sociedad fué no obstante, celebrada en Kunstkringhuis, Aourabaja, Java, bajo la competente dirección del Dr. Jacobo Jeswiet, originador de la famosa P.O.J. 2878 en los días del 7 al 19 de julio de 1929. Esta Convención fué celebrada con un año de anterioridad a su fecha a fin de hacerla coincidir con la celebración del Congreso Científico Pan Pacífico. Concurrieron representaciones de Australia, Hawaii, Indo China, Egipto, Japón, Formosa, Java, Mauritius, Antillas Británicas, Estados Unidos, Filipinas y Puerto Rico, a quien representaron los señores Rafael Fernández García y el autor.

Debido a los esfuerzos de nuestra delegación fué designada la ciudad de San Juan, como la sede de la próxima reunión de la cuarta Conferencia de la Sociedad Internacional de Tecnólogos Azucareros, descartando a Australia y a Luisiana que habían extendido invitaciones muy cordiales. La delegación Puertorriqueña tuvo el privilegio y el honor de invitar a nombre de nuestro gobierno, de la Asociación de Productores de Azúcar, de Tecnólogos Azucareros y de la Cámara de Comercio.

De acuerdo con la constitución de la Sociedad el próximo Congreso deberá celebrarse en la primavera de 1932 a fin de dar tiempo suficiente para que los delegados estén en la Isla en el período más activo de nuestra campaña. El Dr. F. W. Zerban, director del New York Sugar Trade Laboratory que había trabajado antes con nuestra Estación Experimental Insular, fué electo presidente y bajo su competentísima dirección ampliamente demostraba que muchas actividades de la Asociación, el Cuarto Congreso se mantendrá a la altura de la excelente posición ocupada por los tres anteriores.

Existen varios planes en estudio para promover la organización de capítulos locales en todas las regiones sacarífícas del globo y la que de-

mostró Puerto Rico un agudo interés el haber obtenido el honor inicial de establecer su capítulo con muchos miembros. Hay muchas razones para esperar la concurrencia de delegados de muchos países no representados en Java y confiamos tener éxito en la formación de capítulos en Argentina, Brasil, Cuba, Colombia, Ecuador, Demerara, Perú, Santo Domingo, España y Venezuela.

Aunque no se han hecho todavía los planes definitivos es muy probable que la conferencia se desarrolle dentro de las mismas líneas que han seguido las anteriores, esto es, dedicando una semana entera a discutir los problemas técnicos y financieros y hacer luego una excursión por las plantaciones de la Isla y las centrales.

Ninguna oportunidad mejor que ésta tendremos para demostrar al mundo azucarero la lucha sostenida para el progreso científico obtenido por nuestra industria durante la última década. Consideramos como un solemnísimo deber nuestro contribuir en todo lo que se pueda al más brillante éxito de este Congreso. La hospitalidad de Puerto Rico tan encomiada durante este tiempo nos ofrecerá su oportunidad para ofrecer a nuestros distinguidos huéspedes una cálida y cordial bienvenida a nuestra amada Isla.

Hay, sin embargo, un punto con que debemos luchar, una especie de meta que alcanzar. Durante la primera conferencia celebrada en Honolulú, Hawaii tenía la bandera en la producción de azúcar por cuerda mientras que en el segundo Congreso de la Habana, Cuba tenía admirado al mundo por su producción cuantitativa, y en la Convención de Soudabaja, Java, ya había ocupado el primer puesto en la producción de azúcar por cuerda.

Debemos, por tanto, trabajar y luchar para demostrar a nuestros compañeros tecnólogos de todas partes del mundo cuando estén aquí, que nosotros podemos producir tanta azúcar por acre, por mes, como cualquiera otro país productor de azúcar en el mundo.

Observaciones Sobre el Cultivo de la Caña en Hawaii y Puerto Rico

Por *Ross L. Page,*
Administrador de Campo de la Russell & Co.

Me parece que el problema que nos confronta hoy en día es el de producir azúcar a los precios que rigen actualmente, y a la misma vez continuar en la industria.

Todos estamos cansados de revisar nóminas (*payrolls*) y cotejar cuentas de gastos con el objeto de ver si podemos efectuar algunas economías en nuestras operaciones. Si bien es cierto, que en algunos casos podemos reducir un poco los gastos, tal vez por otro lado los encontramos más altos a consecuencia de dichas economías.

Tenemos que admitir que los jornales han venido elevándose gradualmente durante los últimos años, y a la misma vez hemos venido notando que el trabajo que hace cada trabajador es menos que anteriormente, y parece que no vamos a obtener ningún alivio en esta situación; al contrario, es fácil que nos veamos obligados a pagar sueldos más altos en el futuro.

Para solucionar esta situación, tanto como la de los bajos precios de nuestro producto, creo que nos quedan solamente dos remedios: uno es la introducción de maquinaria para poder efectuar nuestras operaciones agrícolas con más economía, y el otro es aumentar nuestra producción por cuerda. Durante una visita que hice a las Islas de Hawaii encontré en operación en el campo varias máquinas que me parece pueden afectar grandemente nuestras operaciones en cuanto al costo de las mismas. Encontré en algunas plantaciones que han descartado por completo los arados de vapor de John Fowler, y en lugar de éstos han substituído el uso de tractores con sus subsuelos, arados y bombos unidos directamente al tractor sin ruedas de clase alguna. Estas máquinas admiten que un solo operario haga toda la operación de pasar el subsuelo y bombear para la siembra de semilla, y actualmente estamos trabajando en algunos implementos para ver si nos será posible hacer todo el zanjeo para drenaje con maquinaria en nuestros distritos de mucha lluvia, y también creo que es factible hacer una gran parte de nuestro cultivo de caña con maquinaria: es decir, esa parte como pasar subsuelo en los retoños.

AUMENTO DE PRODUCCIÓN

Durante los últimos años nos hemos quedado asombrados por la tremenda producción que ha sido obtenida en otras partes del mundo, como en Java y Hawaii, y después de haber examinado las condiciones que rigen en las Islas de Hawaii durante mi reciente visita a ellas, he formado la opinión que podemos obtener iguales resultados en Puerto Rico. En la plantación de Oahu en la isla del mismo nombre llegaron a obtener un promedio sobre una extensión de seis mil cuerdas de 12.28 toneladas de azúcar por cuerda. En la plantación Ewa de la misma isla, contigua a la plantación de Oahu, en más o menos la misma extensión de terreno, están obteniendo de diez a once toneladas de azúcar por cuerda.

En estas dos plantaciones están aplicando por cuerda generalmente de 240 a 290 libras de nitrógeno, y de 150 a 175 libras de ácido fosfórico, y de 175 a 200 libras de potasa, y aquí acostumbran dejar sus plantaciones por un término de veinte meses de edad, y no tan sólo tienen una buena precipitación de lluvia, sino que han gastado enormes cantidades de dinero en el desarrollo de sus sistemas de riego, y se puede decir que tienen en todo el año una abundancia de agua.

Por todo lo que pude juzgar, el ca-

rácter del suelo de la hacienda de Oahu es idéntico al suelo de la región de Isabela en la parte poniente de Puerto Rico.

Cuando comparamos nuestras condiciones en Puerto Rico con las de Hawaii, debemos recordar que tenemos en esta Isla una gran extensión de terreno que ha sido dedicado continuamente a la siembra de caña durante un período de más de cien años, y que hasta recientemente se habían aplicado muy pequeñas cantidades de abono, y en muchos casos casi ninguna. Cuando yo llegué a Puerto Rico hace once años, en las propiedades de Russell & Co. se estaban usando únicamente cuatro quintales de abono por cuerda con un contenido de más o menos 70 libras de nitrógeno, nada de ácido fosfórico y una pequeña cantidad de potasa. Durante los últimos años esto ha sido aumentado a ocho quintales por cuerda de aplicación, conteniendo 120 libras de nitrógeno, 32 libras de ácido fosfórico y 16 libras de potasa.

Según los estudios que se han hecho en Hawaii durante los últimos años, se ha resuelto que es necesario para el buen desarrollo de las plantaciones, que en las primeras doce pulgadas de profundidad en la superficie de la tierra se requieren 120 libras de ácido fosfórico por cuerda y 1,200 libras de potasa, y según estos mismos estudios han encontrado que en la mayor parte de las propiedades hay una deficiencia en estas materias. En conversación con varios de los administradores en distintas plantaciones en aquellas islas, me informaron que en muchos casos habían sido obligados a aplicar hasta 300 libras de ácido fosfórico y 400 libras de potasa por cuerda para obtener resultados satisfactorios, y en algunos casos han llegado hasta 500 libras de materia pura de potasa, y por estos medios han podido aumentar la producción en retoños de quince años de 19 toneladas por cuerda hasta un promedio de 50 toneladas por cuerda, y en las mejores plantaciones en aquellas islas no es nada extraño obtener 90 toneladas por cuerda en retoños de cuarto corte.

Volviendo a nuestras condiciones en esta Isla, debemos recordar que anteriormente nos conformábamos con 30 toneladas por cuerda en donde hoy en día esperamos un promedio de 50 toneladas. Este mejoramiento lo hemos logrado por medio de mejores métodos de cultivo y cambio de variedades de caña, y un pequeño aumento de abono tanto como un aumento en general en agua para regar. También hemos observado que en nuestros mejores terrenos, donde logramos sembrar una Gran Cultura temprana en junio o julio, hemos podido lograr en algunas instancias excepcionales hasta 100 toneladas por cuerda. En días pasados como resultado de un fuego que ocurrió en Guánica, antes de comenzar la molienda de este año, tuvimos que mandar dos y media cuerdas de caña a Central Coloso. Cuando recibimos los pesos de esa factoría y los comparamos con la superficie cortada, se nos hizo tan alto el rendimiento que mandamos ingenieros a medir cuidadosamente la pieza cortada, y efectivamente resultó que esa pieza de caña produjo 86 y pico toneladas por cuerda. El punto que llama la atención en ese caso no es el gran rendimiento que ha dado por cuerda, sino que en años anteriores nunca esperábamos levantar arriba de 25 o 30 toneladas por cuerda de esta pieza, y ahora estamos convencidos que si podemos obtener esta producción con el abono que estamos aplicando, pudiéramos obtener cien toneladas por cuerda si aplicáramos el abono que aplican en Hawaii. En otra de nuestras propiedades en uno de los distritos lluviosos, en donde no tenemos riego, estamos cosechando actualmente una prueba de 30 cuerdas que nos está dando 70 toneladas por cuerda. En este predio de terreno hemos aplicado el abono normal que acostumbramos en todas nuestras plantaciones, que es: 120 libras de nitrógeno, 32 libras de ácido fosfórico y 16 libras de potasa por cuerda. En este mismo predio de terreno nosotros hemos estado conformes en años anteriores con 30 toneladas por cuerda, y en algunas ocasiones hemos cortado allí retoños que no exceden de cinco toneladas por cuerda, y este aumento lo hemos obtenido únicamente por medio de mejores métodos en preparación de terreno, y el cambio de variedad de caña, estando actualmente sembrado de la variedad BH 10(12). Ahora, si hubiéramos hecho a esta misma pieza las aplicaciones de abono que acostumbran en Hawaii, hubiéramos aplicado 240 libras de nitrógeno, o un aumento de 100 por ciento; 150 libras de ácido fosfórico, o un aumento de 500 por ciento; y 175 libras de potasa, o un aumento de más de 1,000 por ciento, en cuyo caso no veo motivo alguno por el cual no hubiéramos obtenido por lo menos cien toneladas por cuerda.

Según las observaciones que pude hacer en las Islas de Hawaii, no tienen mejores terrenos que los que tenemos aquí en Puerto Rico, y según las demostraciones que me hicieron allí con ciertos pequeños predios de terreno que han permanecido sin aplicación alguna de ácido fosfórico y potasa, estoy convencido que una gran parte de nuestros terrenos padecen de pobreza de esas mismas materias. Las características de estos predios son: falta de vegetación en la planta, con una apariencia amarillosa y manchas en las hojas, y a la misma vez una falta de desarrollo de raíces al grado que Ud. puede coger una cepa grande con la mano y arrancarla íntegramente de la tierra.

En años anteriores en Puerto Rico se acostumbraba dejar descansar ciertas porciones de las plantaciones de caña, dejándolas para pastos. En estos pastos tal vez crecen algunas yerbas leguminosas y así hasta cierto punto se restablece el nitrógeno en la tierra, pero esta operación en ningún sentido aumentaba el ácido fosfórico ni la potasa, y la teoría de los agricultores de Hawaii es que si no se aplica suficiente de estas materias para satisfacer los requisitos del suelo de nada sirve hacer aplicación

alguna. Es decir, que donde hay una gran deficiencia de estas materias en la tierra, hay que aplicar suficiente de las mismas para que exista un exceso de 120 libras de ácido fosfórico y 1,200 libras de potasa por cuerda en las primeras doce pulgadas de la superficie, y es en estos casos de máxima pobreza que han encontrado necesario aplicar hasta 500 libras de materia pura de potasa por cuerda.

Ensenada, P. R.,

Diciembre 27, 1929.

La Situación Actual en Enfermedades de la Caña de Azúcar en Puerto Rico

Por *Melville T. Cook,*

Fitopatólogo, Estación Experimental Insular, Río Piedras, P. R.

I

El cultivo de la caña de azúcar constituye una de las industrias más antiguas en Puerto Rico; en el momento actual, representa la más importante. Nuestro conocimiento de las enfermedades de esta cosecha comenzaron con el estudio de Johnson y Stevenson, "Sugar Cane Fungi and Diseases of Porto Rico", que vió la luz en el año 1917, en el "Journal of the Department of Agriculture of Porto Rico **5**: 177–25", no obstante haber aparecido con anterioridad a aquella época, otros trabajos sobre esta materia. Como sucede con la generalidad de las cosechas, las enfermedades no llamaron mucho la atención hasta que los perjuicios producidos por una de ellas alcanzaron tales proporciones que llegaron a constituir una amenaza para la industria. En el año 1884 ocurrió un brote de una enfermedad o insecto en la Isla. El gobierno nombró un comité especial en aquel tiempo, que habría de estudiar la situación. Como consecuencia de la labor de aquel comité se introdujeron algunas nuevas variedades. El brote de aquella plaga se calmó lentamente y finalmente desapareció.

En el año 1916 hubo un ataque violento de matizado y los trabajos que se realizaron en relación con esta enfermedad señalaron otras enfermedades y al mismo tiempo las ventajas que acarrea la introducción y desarrollo de nuevas variedades. Como resultado se ha combatido satisfactoriamente no tan sólo el matizado sino también otras enfermedades. A eso añadamos las mejoras que se han introducido en los métodos agrícolas, el cultivo de nuevas y mejores variedades y el aumento considerable en la producción anual de 346,490 toneladas en el 1915 a 748,477 toneladas en el 1928. La revolución que produjo esta enfermedad fué de tal naturaleza que muy bien debíamos considerar al matizado como una bendición.

El matizado.—La enfermedad era de tal manera perjudicial en Puerto Rico que el gobierno americano envió al Prof. F. S. Earle a esta Isla para que la estudiara. Los pormenores de su trabajo son del conocimiento de muchos de vosotros. El comprobó que la enfermedad se podía combatir mediante la siembra de variedades resistentes, tales como la Uba y por medio de una continua selección de semilla y por "roguing". En Puerto Rico son muchos los que han sido testigos de la eficacia de estos dos métodos y de los resultados que se han obtenido de ellos. Desde esa época la enfermedad ha ido en aumento en algunas localidades debido mayormente a la negligencia por parte de los agricultores. Hay que admitir que el agricultor no pudo nunca ocultar su disgusto por la siembra de variedades de caña delgada y se ha pedido con insistencia la vuelta a las cañas nobles o gruesas. En la época actual existe la esperanza de que este deseo se realice con una o más de las variedades POJ. Todos concedemos que el método más racional para combatir cualquier enfermedad es mediante una variedad resistente, siempre que ésta reúna las cualidades esenciales y esté relativamente indemne de otras plagas.

La mancha ojival (*Helminthosporium sacchari* Butler*). Esta enfermedad se citó por primera vez en Puerto Rico por Johnston en el año 1917; pero no cabe duda, ya había existido aquí por muchos años. Empero, la enfermedad carecía de importancia y no llamó la atención hasta el 1923 cuando apareció de tal manera abundante sobre algunas variedades que constituyó una amenaza. Las variedades de mayor susceptibilidad eran las D–109, la FC–306 y la H–109. No hay duda que la enfermedad fué uno de los factores más importantes en contra de estas variedades. Actualmente esta enfermedad es de menor importancia pero la introducción de nuevas variedades puede muy bien aumentar sus proporciones en cualquier momento. La enfermedad es más peligrosa durante los meses frescos y húmedos, de noviembre primero a abril primero.

Rayas pardas (*Helminthosporium stenospilum* Dreschler). Esta enfermedad de poca importancia económica puede equivocarse por uno de los estados incipientes de la enfermedad ojival. Aparece con más o menos frecuencia durante todo el año; pero es raramente perjudicial, excepto en casos en que la planta no se desarrolla bien. Las plantas que, con motivo a la escasez de agua, suelos pobres o cualquier otra causa, crecen con dificultades, están generalmente propensas a enfermarse.

Mancha anular (*Leptosphaeria sacchari* van Breda.) Esta enfermedad ocurre en abundancia en la Isla y con más o menos regularidad sobre

* *Helminthosporium ocellum* Faris.

todas las variedades. Ataca la mitad posterior de las hojas maduras y viejas y muchas veces destruye toda la hoja. El hecho de que se limite a las hojas más viejas nos ha hecho creer que no es de seriedad; pero no puede negarse que ella obstaculiza el desarrollo normal de la planta en cierto grado. No se ha hecho ningún esfuerzo por combatirla ya que casi todas las variedades son susceptibles.

Mancha parda (*Cercospora longipes* Butler), es de menor importancia. Produce una mancha muy parecida a la mancha anular. No hemos visto nunca un caso de importancia.

Podredumbre de la vaina de la hoja (*Cytospora sacchari* Butler), es otra enfermedad de menor importancia que no ha producido grandes perjuicios en Puerto Rico.

Mancha rojiza de la vaina (*Cercospora vaginae* Kruger) es la causa de unas manchas grandes rojizas en las vainas de las hojas, y preferentemente, sobre aquéllas de los tallos más viejos. No parece ser de gran importancia.

El pegamiento de las vainas (*Odontia saccharicola* Burt), destruye algunos tallos tiernos. Hasta ahora no ha sido posible determinar hasta qué punto la enfermedad es perjudicial en Puerto Rico. La enfermedad ocurre con frecuencia. Si la planta ha crecido bastante antes de ocurrir el ataque, el hongo no producirá ningún daño.

La podredumbre roja de la vaina (*Sclerotium Rolfsii* Kruger) es otra enfermedad de poca o ninguna importancia en la Isla. El hongo, causa de la enfermedad, es capaz de atacar muchas otras plantas y algunas veces produce graves perjuicios. Hasta ahora el autor no ha podido descubrir ningún caso de seriedad en la caña de azúcar.

Rayas rojizas (*Phytomonas rubrilineaus* ? Lee et al.). Esta es otra enfermedad de poca importancia en la Isla. Ocurre especialmente en las POJ. Hasta ahora no ha habido brotes de importancia. No estamos seguros si esta enfermedad es idéntica a la que existe en el lejano oriente.

La Pokkah Boeng (*Fusarium moniliformes* Sheldon) es una de las enfermedades de más reciente aparición en Puerto Rico. Es más corriente en las variedades POJ, y especialmente sobre la 2878. Ha habido casos de cierta gravedad; sin embargo, no creemos que existan motivos para considerarla como grave en esta Isla. De los informes que tenemos del lejano oriente parece que en algunas partes allá, la enfermedad es muy perjudicial. Hay motivos, por tanto, para que se vigile en Puerto Rico hasta tanto sepamos más acerca de su marcha acá.

La gomosis (*Bacterium vascularum*) Cobb). Greig-Smith). Esta enfermedad amenazaba la industria hace algún tiempo; pero nuestro trabajo experimental dejó demostrado que puede combatirse por medio de variedades resistentes, que son a un tiempo de mayor valor que las susceptibles. De cuando en cuando ocurren pequeños brotes; pero no sabemos de ningún sitio en la Isla donde la enfermedad pueda considerarse como de gravedad.

Podredumbre del cogollo (*Ligniera* (*Plasmodiophora vascularum* (Matz) Cook. Esta enfermedad que pareció ser en un tiempo como de seriedad, se considera ahora de poca importancia. La enfermedad puede ser perjudicial en sitios bajos y húmedos. Es ahí donde puede ocurrir con más frecuencia.

Podredumbre roja (*Colletotrichum falcatum* Went). Esta enfermedad ha causado graves perjuicios en otras partes del mundo, pero aquí no ha sido de importancia. Esto nos hace creer que la enfermedad reacciona de diferente manera en diferentes partes del mundo.

Enfermedad de la corteza (*Melanconium sacchari* (Massee) P. & S.). Se ha informado que esta enfermedad es destructiva en muchas partes del mundo, aún en Puerto Rico. En los últimos seis años no ha habido ningún brote de la enfermedad en Puerto Rico. No hay duda que el daño producido por el hongo es de naturaleza secundaria, pues éste penetra la matriz, generalmente, siguiendo el curso de otros hongos parasitarios. Ocurre, con frecuencia, sobre cañas que están muriendo de otras causas.

La enfermedad de piña (*Thielaviopsis paradoxa* (de Seynes) Höhn., es muy importante en Puerto Rico. El hongo responsable de esta enfermedad se ha difundido extensamente por muchas partes del mundo. Se le han atribuído daños de gran consideración en caña de azúcar. No se le ha concedido mucha importancia en Puerto Rico; pero no hay duda que es la causa de una gran parte de la germinación pobre, especialmente durante los meses de diciembre, enero y febrero. Nuestros productores atribuyen la mala germinación a la mala semilla; pero nosotros hemos comprobado que la enfermedad es el factor más importante, sobre todo en aquellos meses que son fríos y húmedos. Cuando una plantación de caña sigue a otra de piñas hay el riesgo de la gravedad de la enfermedad. El estudio de esta enfermedad constituye uno de nuestros problemas más importantes.

Ciertas enfermedades de la raíz producidas por hongos (*Pythiums, Rhizoctonias,* etc.), son la causa de mayores o menores perjuicios bajo ciertas condiciones; pero sabemos tan poco sobre ellas que no nos es posible adelantar ninguna exposición en esta ocasión. Otra enfermedad importante de la raíz se debe a ciertas nemas parasitarios; preferentemente en suelos ligeros o arenosos. En algunos sitios los daños parecen de consideración. En este caso, como en el precedente, no conocemos bien el problema. Estas plagas ocupan nuestra atención en la actualidad. Otras plagas se han informado sobre la caña; pero son, a nuestro entender, de poca importancia.

Este informe demuestra que:

1. La industria de la caña de azú-

car sufre pérdidas considerables como resultado de muchas enfermedades. Aunque cualquier enfermedad de menor importancia perjudique ligeramente la caña, que no parezca que valga la pena tratar de combatirla, sin embargo, las pérdidas totales de todas esas enfermedades menores son de consideración. No hay nada que indique que estos perjuicios son mayores en Puerto Rico que en otros países.

2. Nuestras enfermedades más graves se han combatido eficazmente como consecuencia del estudio científico y de la aplicación de las medidas científicas.

3. Hay varias enfermedades que pueden considerarse como de menor importancia. Algunas de ellas parecen causar más perjuicios de los que les atribuímos; y son ahora motivo de estudio por nuestra parte. Algunas pueden resultar de importancia cuando se traigan en contacto con variedades nuevas o introducidas al país.

4. La importación de enfermedades desconocidas, hasta ahora, en el país podría resultar de suma gravedad a la industria azucarera.

El autor está convencido que el estudio científico nos permitirá combatir cualquiera o todas las enfermedades, pero los daños que resulten de alguna enfermedad antes de que se emprenda la labor de investigar los métodos de lucha, pueden ser de gran consideración. Es preferible llegar a obtener un conocimiento completo de estas enfermedades antes de que lleguen hasta nosotros y observar la mayor precaución para evitar su importación.

II

La caña de azúcar es una planta de origen asiático que se ha introducido virtualmente, en todas las regiones del orbe donde es posible cultivarla con provecho. En la actualidad, constituye, desde el punto de vista económico, la cosecha más importante de Puerto Rico y otros países. Lo mismo que otras plantas, son muchas las enfermedades de que padece, y algunas de éstas son muy perjudiciales. A medida que el valor comercial de la caña fué en aumento, la importancia de estas enfermedades no pasó inadvertida para los interesados en la industria azucarera, y algunas de ellas han sido estudiadas de una manera intensa por parte de hombres versados en materias científicas. Se concede, universalmente, que algunas de estas enfermedades causan graves perjuicios a la caña y pérdidas a los agricultores. De igual modo, se ha comprobado que las pérdidas pueden reducirse considerablemente.

Las pérdidas producidas por muchas enfermedades, tales como el matizado, la gomosis y la mancha ojival, son muy evidentes a los cosecheros progresistas y modernos; pero muchos de ellos ignoran las pérdidas que resultan de otras enfermedades menos aparentes.

Muchas de estas enfermedades han sido llevadas, indudablemente, de un sitio a otro con las primeras importaciones de caña o por medio de la introducción de nuevas variedades. Nuestros datos científicos indican los sitios donde se descubrieron las enfermedades, pero en ninguna forma dan el punto de origen. Existe una gran probabilidad de que algunas de estas enfermedades no eran todavía muy conspicuas cuando se introdujeron en climas favorables o se trajeron en contacto con variedades que eran en extremo susceptibles a ellas. La mancha de la hoja (mancha ojival) existía en Puerto Rico, pero los agricultores la desconocían. No fué hasta que se importó la variedad D–109, de alto grado de susceptibilidad, cuando se citó en 1923 como una enfermedad nueva y perjudicial que amenazaba la industria azucarera de la Isla.

Algunas enfermedades pueden haberse difundido tanto como la misma caña, pero, posiblemente, son más perjudiciales en unas partes que en otras. Se sabe, sin embargo, que otras enfermedades se encuentran más limitadas geográficamente. La enfermedad del cogollo (*Ligniera vascularum*) se conoce solamente en Puerto Rico y otras, por ejemplo, la "sereh", el mildiú, la roya, el tizón y la quemadura de la hoja, etc., ocurren solamente en el lejano oriente. Aunque algunas sean de menor importancia en los sitios de origen, pueden convertirse en agentes muy perjudiciales al llevarse a un nuevo medio, o cuando se exponen a ellas nuevas variedades susceptibles. La enfermedad inofensiva de hoy puede ser la peligrosa de mañana.

Los hechos anteriores son de sumo interés si tomamos en consideración la demanda, cada vez mayor, por nuevas variedades y por la importación de variedades de otras partes del mundo.

Jamás en la historia de la industria ha habido mayor interés en la hibridación en caña de azúcar y en la introducción de nuevas variedades. *Ambas deben impulsarse* pues con el aumento en población viene, por consiguiente, una mayor producción a más bajo costo y con poco o ningún aumento en las siembras. Pero no debemos olvidar que tanto las introducciones como el cruzamiento llevan consigo ciertos peligros. Una nueva variedad o una importada será de poco o ningún valor si no puede resistir los ataques de las enfermedades peligrosas. Además, al importarse una variedad puede introducirse con ella alguna enfermedad que aun siendo insignificante en el país de donde procede, puede ser de gran importancia en el nuevo medio. Tanto las instituciones gubernamentales como las corporaciones particulares deben impulsar el cruzamiento y ensayo con nuevas variedades; pero las importaciones deben hacerse

siempre, bien sea por el gobierno o por su conducto.

No se me interprete mal. No soy ni un pesimista ni un reaccionario. Creo en todo movimiento que tienda al mejoramiento de la agricultura y al bienestar de la gente, pero creo también que todo movimiento debe ir precedido y acompañado de un estudio completo y de la correspondiente salvaguardia. La industria azucarera de la Isla es de una importancia tan vital que no debe exponerse a los peligros de un entusiasmo o ambición desmesurado de algún productor honrado o de algún ambicioso que espera hacer unos pesos al ser el primero en importar una nueva variedad y vender las cañas para propagación.

Afortunadamente las Antillas están relativamente libres de las enfermedades que existen en el lejano oriente. Algunas de éstas, se sabe, son muy perjudiciales en sus respectivos países de origen. Otras son de menor importancia pero, como antes he dicho, una enfermedad de esta índole muy bien puede convertirse de mayor importancia al introducirse en otro país o cuando se trae una nueva variedad al contacto con ella.

Las enfermedades que se conocen en Puerto Rico son el matizado, la mancha ojival de la hoja (*Helminthosporium sacchari*), la mancha anular (*Leptosphaeria sacchari*), la raya parda (*Helminthosporium stenospilum*), la raya roja (*Phytomonas rubrilineaus*) (?), el "pokkah boeng" (*Fusarium moniliforme*), el enredo de las hojas (mecánico), la mancha parda (*Cercospora longipes*), mancha roja de la vaina de la hoja (*Cercospora vaginae*), la podredumbre roja (*Colletotrichum falcatum*), podredumbre roja de la vaina de la hoja (*Sclerotium Rolfsii*), podredumbre del cogollo (*Ligniera vascularum*), la enfermedad de piña (*Thielaviopsis paradoxa*), la enfermedad de la corteza (*Melanconium sacchari*), agalla del tallo (?) y las enfermedades de la raíz debidas a nemas, *Pythium sp. Marasmius sacchari* y los factores de suelo, tales como exceso de cal, sal, etc.

Perseguimos el propósito de llamar la atención hacia algunas de las enfermedades conocidas en otras partes del mundo; pero que no se han citado de Puerto Rico. Nótese que algunas de estas enfermedades se han encontrado en algunas de las Antillas.

(1) *La enfermedad de Fiji* se encontró por primera vez en la isla de Fiji. También ha aparecido en las Islas Filipinas, New South Wales y Nueva Guinea. Puede que ocurra en otras partes del mundo de las cuales no se tienen informes. Esta grave enfermedad se supone se deba a un plasmodio, cuya naturaleza no se ha definido con exactitud. La caña puede encontrarse atacada de la enfermedad por muchos meses antes de que se noten los síntomas. Una planta aparentemente sana, de repente puede producir los síntomas de cepas torcidas y hojas anormales. Algunas de las yemas producen brotes que en poco tiempo se deforman. Un examen minucioso de estas hojas demuestra la presencia de agallas alargadas sobre la superficie inferior. Estas plantas crecen con dificultad, se quedan pequeñas, y pueden o morir al cabo de algún tiempo o permanecer vivas por meses. El hecho de que la enfermedad puede existir en cañas que no acusan anormalidad alguna, hace que la importación de cañas para propagación, de los países donde ocurre la enfermedad no sea posible sin el consiguiente peligro de introducirla.

(2) *La enfermedad "sereh"* es otra de las peligrosas enfermedades de las Islas Filipinas y Java. Las plantas ligeramente infectadas demuestran pocos o ningunos síntomas. La primera indicación de la enfermedad es una disminución en el largo de los cañutos cerca del cogollo. A esto le sigue el desarrollo de yemas y brotes del tallo lo que le da un aspecto matoso a la planta.

Un examen microscópico revela una coloración rojiza y producción de goma en algunos de los vasos. Como en el caso anterior es peligrosa la importación de semilla de países donde ocurre la enfermedad por no ser visible la enfermedad en muchas plantas por algún tiempo.

(3) *La enfermedad Iliau* se informó de Hawaii por primera vez, y luego de Australia. Una enfermedad de idéntico o parecido origen, se ha encontrado también en Luisiana y en Cuba. Se debe a un hongo que causa el endurecimiento de la base (vaina) de la hoja, y así evita el desarrollo posterior de la caña. Las hojas exteriores se desecan y las vainas aparecen íntimamente ligadas unas a las otras. La enfermedad es muy grave y puede transmitirse en esquejes.

(4) *El mildiú* que se debe al hongo *Sclerospora sacchari*, se ha encontrado en Formosa, Fiji, Australia, y las Islas Filipinas. La enfermedad se manifiesta en las hojas en forma de rayas amarillas y paralelas. Estas rayas aumentan en número, y la hoja pierde su color natural, apareciendo muchas manchas pardo-rojizas. Ahora se nota un crecimiento sedoso, el hongo, sobre la parte inferior de la hoja. Las hojas mueren y se hacen trizas, mientras que las plantas no logran desarrollarse con normalidad. Esta es otra enfermedad que se transmite por medio de los esquejes.

(5) *La roya* de la caña de azúcar se debe al hongo *Puccinia kuehnii*. Se ha encontrado en las Islas Filipinas, en Fiji, Australia, Formosa, Java, y la India. Produce pequeñas manchas amarillas y alargadas en ambas superficies de la hoja. Estas se tornan pardas, se elevan sobre la superficie de la matriz y producen las esporas anaranjadas en abundancia.

(6) *El tizón* que se debe al hongo *Ustilago sacchari*, se ha encontrado en las Islas Filipinas, India, Formosa, Java y Mauritius. La enfermedad es más notable en las plantas más viejas y produce una vegetación anormal que puede medir varios pies de largo. Esta fungosidad está limi-

tada exteriormente por una breve membrana que al desgarrarse expone una masa negra y polvorienta.

(7) De Australia, Hawaii, Brasil, Argentina, Louisiana, Cuba y Java se han citado *enfermedades de rayas rojas*. Nosotros también hemos descubierto una en Puerto Rico, que es de poca importancia. Es evidente que existen dos o tres diferentes enfermedades de esta denominación; pero nuestro desconocimiento de ellas es tal que no podemos adelantar ninguna declaración con respecto a ellas.

(8) Una enfermedad en forma de *listas*, parecida al matizado, se ha informado del Sud Africa, Mauritius, India y Egipto. La enfermedad es muy importante porque es capaz de atacar la caña Uba.

(9) *La enfermedad de quemadura* se debe a una bacteria (*Bacterium* sp.) Los síntomas son unas listas o rayas que siguen el curso de las venas en las hojas y con frecuencia, se extienden hasta las vainas. Pueden ser meramente unas líneas finísimas o pueden alcanzar hasta 1/8 de pulgada en diámetro. Las lesiones más viejas pueden resultar de forma irregular y asumir una coloración rojiza. La enfermedad se ha encontrado en Fiji, Australia, Formosa, Java y las Islas Filipinas. Es muy perjudicial y parece transmitirse por medio de los esquejes. Según rezan algunos informes, en ocasiones, la enfermedad ha atacado grandes siembras de caña casi madura.

(10) *La mancha roja de la hoja* es causada por el hongo *Eriosphaeria sacchari* Went. Las manchas son pequeñas, coloradas y están limitadas por una zona de un color amarillo que luego cambia a pardo-rojizo. Es una enfermedad de poca importancia de Java y Trinidad.

(11) *La mancha amarilla* la produce el hongo *Cercospora kopkei*. Es una enfermedad cuyas características sobresalientes son unas manchas amarillas que aparecen sobre la superficie superior de las hojas. Se ha informado de Java, Islas Filipinas, Trinidad y Demerara.

(12) *La marchitez* producida por el hongo *Cephalosporium sacchari* Butt. es de menor importancia y ocurre en las Islas Filipinas, India, Africa del Sud y Barbados.

(13) *La enfermedad franjada* se debe a un hongo del grupo *Mycelia sterilia* y produce unas manchas de color verde-pardo que finalmente tornan a amarillo o blanco. Se cita de Australia, Java, India y las Islas Filipinas. No es de gravedad.

(14) *La podredumbre del pie* se debe al hongo *Hendersonina sacchari* Butler. Se ha encontrado en India únicamente. Se le considera de poca importancia, aunque se desconoce el daño total que produce.

(15) *Las enfermedades de la raíz* no son bien conocidas en Puerto Rico. Se sabe que hay, por lo menos, un nema (*Heterodera radicicola*) que ataca las raíces; en otras partes del mundo conocen dos especies más. Se sabe, además, que algunas especies de Pythium y Rhizoctonia atacan las raíces. Sin embargo, la historia evolutiva de estos diversos organismos es tan imperfectamente conocida y está tan ligada a los factores de suelo y humedad y otras causas, que es absolutamente imposible calcular la proporción de las pérdidas ocasionadas.

Uno de los organismos más peligrosos citados del Hawaii como produciendo una enfermedad de la raíz allí, es el hongo *Pythium butleri*. Ciertos Pythiums han sido encontrados y citados en Puerto Rico, Java, Luisiana, Cuba, y algunas de las Antillas Inglesas, pero conocemos tan poco sobre ellas que no sabemos si se trata de una o de más enfermedades.

Las *Rhizoctonias* se han citado en Barbados y en Puerto Rico; pero son, generalmente, de muy poca importancia.

Algunas podredumbres de la raíz se han atribuído a especies de *Marasmius*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Penicillium* y *Fusarium*. El conocimiento sobre estas enfermedades es muy insuficiente.

Una enfermedad de la raíz producida por *Aeginetia indica* se ha encontrado en las Islas Filipinas, Java y la India. La causa es una planta de flor.

Una podredumbre de la raíz causada por el hongo *Diplodia Theobromae* se ha indicado de Barbados y la Guiana Inglesa. La misma enfermedad ha sido citada de la India. La enfermedad es capaz de atacar los árboles frutales del grupo de los citros, así como otras plantas.

Una enfermedad de la corteza producida por el hongo *Cytospora sacchari* y una podredumbre negra por el *Sphaeronema aliposum* también se han encontrado en la India. Son de poca importancia.

Nadie puede anticipar cuáles serían las consecuencias de la introducción de cualquiera de estas plagas en Puerto Rico; pero puede decirse con toda seguridad que la importación de las enfermedades "Fiji" y "Sereh" serían ensayos arriesgados. La importación de las enfermedades de menor importancia sería también peligrosa; porque éstas muy bien podrían convertirse en un grave peligro bajo nuestras condiciones. No se me juzgue un alarmista. Tengo la completa seguridad que mediante el estudio científico de cualquier enfermedad se lograría combatirla; pero esto es cosa que requiere, a veces, muchos años. ¿Quién estaría dispuesto a esperar ese tiempo? ¿Sería, alguno de Uds., capaz de pensar en una situación análoga a la del matizado? He dado conocimiento de algunos hechos relacionados con algunas de estas enfermedades. Mayor información puede conseguirse. La posibilidad de introducir estas enfermedades y las consecuencias que de ello resulten, son problemas que atañen a la industria azucarera de Puerto Rico. Si Uds. quieren aventurarse; si desean jugar una carta, lo podéis hacer; está en vuestras manos. Por nuestra parte declaramos, que tendremos fitopatólogos para ayudaros en la lucha contra las enfermedades.

Clasificación de Suelos

Por *Fernando A. Villamil,*
Químico Auxiliar, Estación Experimental Insular, Río Piedras, P. R.

En noviembre del 1928 se dió principio en Puerto Rico a la clasificación de los suelos de la Isla. Esto se hizo posible debido a las gestiones del Sr. R. Fernández García, Director de la Estación Experimental Insular, quien pudo llegar a un acuerdo con el Negociado de Suelos y Química del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, mediante el cual ellos enviarían un hombre a cargo del trabajo y la Estación Experimental supliría otro, ésta última comprometiéndose a comprar un pequeño camión Ford, cada parte pagando los gastos de su representante.

La zona cubierta hasta ahora incluye una faja de terreno de 42 kms. de largo por 13 de ancho; desde el km. 13.4 de la carretera de Carolina a Loíza hasta cerca de Vega Alta.

El método usado es el del Negociado de Suelos y Química, aceptado por el Congreso Internacional de Ciencia del Suelo, en el que se clasifican los suelos de acuerdo con sus características internas.

La clasificación de los suelos no es una idea nueva. Desde que el hombre empezó a observar las fuerzas de la Naturaleza, empezó a estudiar los suelos. Necesariamente vió que existía diferencias entre ellos y que unos producían más que otros. Empezó a comparar los suelos dentro de una localidad y más tarde éstos con los de otras localidades. En el séptimo siglo, antes de Cristo, ya existían clasificaciones de suelo; Catón en 239 A. C. en su libro "De la Re Rústica" clasificó éstos, no sobre la base de sus características, pero sí sobre su capacidad para la producción de ciertas plantas; Columella, el más insigne agrónomo de la antigüedad, quien floreció en el siglo 1º. de nuestra era, también clasificó terrenos, determinando experimentalmente la dulzura y tamaño de ciertas plantas que crecían en ellos.

Hasta el siglo XIX no se manifestó ningún interés en las características del suelo, pero los investigadores no tenían una orientación definida y por lo tanto, no se llegó a ningún resultado práctico. En 1886 Dokutschajeff definió el suelo como las capas de materia que descansan sobre la superficie del globo terráqueo, o cerca de ella, las cuales han sido cambiadas por los procesos naturales, bajo la influencia del agua, el aire y la materia orgánica, viva y muerta. Desde este momento puede decirse que data el verdadero estudio y clasificación de los suelos, según sus características, habiendo la definición de Dokutschajeff evolucionado hasta la definición que hoy en día tenemos, que dice así: "El suelo consiste de la capa externa de la corteza de la tierra, generalmente sin consolidar, variando en espesor desde una mera película hasta un máximum de más de diez piés, y que difiere del material debajo de ella, también generalmente sin consolidar, en color, estructura, constitución física, composición química, características biológicas, reacción morfológica y probablemente procesos químicos". A esta capa se le llamó el Solum. El material debajo de esta capa, no importa cómo se haya acumulado, es material geológico. Esta definición hizo más claro el concepto del suelo y por lo tanto se pudo unificar el trabajo, acumulando una gran cantidad de datos acerca de las características de los suelos.

Para llegar a este punto, se puede decir que la clasificación de los suelos pasó por cinco etapas según en qué estaban basadas:

1. Botánica—clasificando según el carácter de la vegetación.

2. Geológica—usando como base la formación geológica del terreno y asumiendo que todo suelo derivado de la misma roca madre era igual. Esto no es verdad, pues se encuentran suelos derivados de la misma roca o material geológico que son completamente distintos.

3. Topografía—ésta se basaba en la topografía o fisiografía de la superficie de la tierra, asumiendo que los suelos de las montañas eran iguales en todos sitios, lo mismo ocurría con los suelos de los llanos, etc.

4. Climatológica—En 1914 los rusos establecieron este método, definiendo el tipo de suelo en términos de las fuerzas climatológicas que desarrollaron sus características. Algunas de las características de los suelos pueden ser explicadas por el efecto del clima, pero hay otras tan importantes o más que éstas, que no pueden ser explicadas de esta manera.

5. Es la usada hoy en día basándose en las características del suelo, estudiándolo por sus características internas y no por las fuerzas externas que han tomado parte en su creación.

De acuerdo con esta base una clasificación de suelos es una agrupación de las distintas unidades o tipos en grupos o series y familias, según varían sus características, tales como textura, color, estructura, condición de acidez, roca matriz, análisis químico, etc., determinando la extensión que ocupan estos tipos y series y fijando su posición en un mapa. La topografía del terreno, la apariencia de los cultivos, la vegetación natural y la geología del terreno también son importantes, pero solamente como factores.

La clasificación consiste en:

1. Estudio, clasificación y agrupa-

ción de los suelos, en tipos, series, familias, etc.

Un tipo es un suelo que mantiene la textura del suelo de la superficie uniforme a través de su ocurrencia y características uniformes de "profile". "Profile" es la apariencia de un corte perpendicular del terreno, donde se ve claramente todos los distintos horizontes o capas.

Hay tres horizontes: 1º., el horizonte A, o sea la capa de los suelos de la superficie, de la cual se ha movido material por percolación. 2º., el horizonte B, la capa a la que se ha añadido materia por las aguas de percolación. 3º., horizonte C, la capa de roca matriz, que puede estar desgastada y en descomposición, o como la roca original. Todos estos horizontes pueden ser subdivididos en horizontes A0, A1, A2, etc.

Los tipos se agrupan en series, que consisten de suelos que tienen las mismas características de "profile", las mismas variaciones en color, estructura, y consistencia; la misma secuencia de horizontes, el mismo grado de desarrollo de horizontes, teniendo las capas de la superficie o sea el horizonte A de una textura distinta. Las series se agrupan en familias, éstas consisten de series que progresan hacia un "profile" común, pero que difiere en edad o grado de desarrollo.

Hay dos clases de clasificación:

(*a*) "Reconnoissance" o de reconocimiento.

(*b*) Detallada.

La clasificación de reconocimiento, puede llamarse una clasificación preliminar en la que no se intenta fijar los límites exactos de cada tipo, ni se estudian todos los tipos dentro de la zona, haciendo una clasificación en grupos muy amplios. Esto da una idea de las posibilidades de la zona. La clasificación hecha en Cuba por Bennet y Allison es un ejemplo de ésta. La clasificación detallada es aquella en que se estudia paso a paso la zona incluída, se fija y estudia todos los tipos en ella y se marca exactamente su posición y extensión en un mapa. Para hacer una clasificación hace falta primeramente un mapa base, que tenga todos los caminos y ríos, etc. A falta de un mapa base, es necesario hacer uno mientras se va clasificando el suelo. Esto se hace con la ayuda de un "plane table", que es una pequeña mesa que tiene en un lado una aguja imantada. En el mapa se usa una escala de 1" —1 milla.

Se va observando el terreno en los cortes de caminos, en las barrancas y haciendo hoyos en el terreno según se adelanta. Según varía el tipo se va trazando una línea de puntos en el mapa que marca los límites de este tipo; por supuesto que se va tomando muestras de los distintos tipos y tomando notas sobre cultivo y también descripciones del terreno. A cada tipo de suelo se le asigna un número y con él se designa en el mapa y luego cuando el mapa está terminado se le da un color distinto a cada uno. En el mapa también se señalan todas las iglesias, escuelas, cementerios, y todos aquellos objetos que no están sujetos a cambio de lugar. De esta manera se hace fácil la localización de las distintas muestras.

En el campo se agrupan los suelos en clases, determinándose su textura por el tacto. A cada serie se le dá el nombre de la ciudad o sitio donde se encuentra ésta más típicamente, separándose y diferenciándose los distintos tipos de acuerdo con la textura de los suelos de la superficie.

La clasificación final se hace después del análisis mecánico, químico, etc.

El fin de una clasificación de suelos es muy variado. El más importante, sin embargo, es el que ella sienta una base para otros trabajos agrícolas científicos:

1. Simplifica la cuestión de los abonos pues se puede crear experimentos en los distintos tipos, y así hacer recomendaciones adecuadas. De otra manera es "trabajar a ciegas", pues se hacen recomendaciones sin tener en cuenta el terreno.

2. Con respecto a variedades de caña, se sabe que ciertas variedades se ajustan mejor a ciertos tipos de terrenos que otras. Por lo tanto, la clasificación hace más fácil la repartición de variedades; lo mismo se puede aplicar a los distintos cultivos, pues se sabe que ciertos de ellos se producen mejor en algunos tipos de suelo que en otros.

3. Se sabe que existe una relación definida entre ciertas enfermedades y el suelo. Pudrición de la raíz en la remolacha, "hairy root" y otras enfermedades de la raíz en los huertos de manzana. Se ha dicho esto mismo del mosaico en la caña, por Faris, pero todavía no se ha probado.

4. La clasificación de suelos con su mapa es una gran ayuda para los Agentes de Fomento Agrícola, los maestros de agricultura y geografía, y los agentes o inspectores del Banco Federal y del Tesoro.

Las series encontradas en esta zona y su descripción son:

Serie de Río Piedras.—Estos suelos son residuales, varían de un color rojo mate, a un color pardo rojizo, son de una textura pesada y tienen a distintas profundidades una capa subyacente de esquisto (*shale*) de un color pardo rojizo, suave, en capas finas, y con alguna tuffa o ceniza volcánica. Estas capas de esquisto se inclinan abruptamente de norte a noreste. En algunos sitios este suelo es muy poco profundo, encontrándose fragmentos de esquisto sobre la superficie.

Serie Múcara.—Estos suelos son de un color gris obscuro a un color gris pardo, de una textura pesada y poco profundos en general. Estos se han formado por el desgaste de una piedra gris diabásica de granos ásperos. Esta serie se caracteriza por la profusión de rocas redondeadas que tienen la apariencia de granito, regadas por la superficie en algunos sitios. En los cortes de los caminos y en los barrancos se observan masas más pequeñas de esta roca que al descomponerse se rompen en capas concéntri-

cas y de donde se deriva el nombre de Múcara. Estos suelos, como los de la serie de Río Piedras, son ácidos.

Serie Colinas.—Los suelos de esta serie varían de un color pardo obscuro a un color pardo rojizo hasta una profundidad de 8 pulgadas. Debajo de esto se encuentra un suelo más fácil de desmenuzar, de un color más rojizo, con fragmentos de piedra caliza, blanda y desintegrada. La roca caliza en descomposición se encuentra a distintas profundidades, a veces muy cerca de la superficie. Estos suelos son ligeramente básicos.

Luego tenemos dos series de arenas:

1. Los suelos de Corozos son restos de playas viejas; éstos consisten de una arena blanca o casi blanca, o gris claro, muy suelta. En algunos sitios debajo de esta arena se encuentra a una profundidad de 15 pulgadas una capa de un barro arenoso pardo amarilloso. Estas arenas han sido depositadas en las laderas de las colinas, cerca de los "Mogotes" y en algunos sitios en los pequeños "valles de solución" entre los montes calizos. Estas arenas son fuertemente ácidas.

2. Los suelos de la serie de Cataño, se extienden a lo largo de la costa. Esta serie tiene 2 tipos, el 1°., el número 6, consiste de una arena marina de un color pardo, y en sitios bajo cultivo un poco más obscura, conteniendo muchas conchas y fragmentos de coral, bastante uniforme desde la superficie hasta abajo; el otro tipo es el número 8. Este consiste de la misma arena, mezclada con material traído por los ríos. En algunos sitios el terreno toma una forma ondulada; estas pequeñas ondulaciones parecen representar las líneas de demarcación de las playas viejas. A lo largo de estos suelos y a una profundidad que varía desde la superficie hasta dos pies, se encuentra a veces una capa de arena cementada, una especie de "hardpan" incipiente de calcio. Estas arenas se usan para la producción de citrosas, cocos y en algunos casos para vegetales, especialmente el número 8. Estos suelos son, al revés de los de Corozos, bastante alcalinos.

La Serie de Toa.—Consiste de suelos de aluvión depositados recientemente, habiendo encontrado tres tipos, un "loam" arenoso, un "loam" limoso pesado ("heavy silt loam") y un barro limoso. El color varía, de un color gris obscuro a un color gris pardo, siendo casi uniformes desde la superficie hasta abajo. Estos son los suelos mejores para caña en esta zona y tienen un valor pH de alrededor de 7.

La Serie de Martín Peña.—Estos suelos son casi negros en la superficie hasta una profundidad de 10 pulgadas. Debajo se encuentra un suelo más pesado de un color gris claro moteado y también pardo o rojo. Estos suelos tienen muy mal drenaje y son muy húmedos, encontrándose cerca de los lagos y de los manglares.

Muck.—Bordeando las lagunas y el caño de Martín Peña se encuentran muchos mangles creciendo en una capa fina de "muck" negro, o pardo obscuro hasta una profundidad de más de 5 pies.

"Peat" o Turba.—Muy íntimamente relacionado con el "muck" se encuentran áreas de Turba. Esta consiste de un suelo fibroso muy liviano, pardo obscuro a negro en color, hasta una profundidad de 15 pulgadas, de ahí hacia abajo es más fibroso, conteniendo pedazos de raíces y troncos de árboles en descomposición. Este suelo después de drenado y de mejorado físicamente podría ser productivo. La Central Constancia posee un área bastante grande de éstos y tengo entendido que está tratando de reclamarlos.

Sabana Seca.—Esta serie se extiende detrás de la serie de Martín Peña y está a una elevación un poco mayor. Los suelos de esta serie son de un color pardo claro, o pardo amarillo en la superficie; debajo de esto se encuentra una capa pardo amarilloso más pesada. A las 20 pulgadas se encuentra un barro muy tenaz amarillo, moteado con rojo, pardo rojizo y gris. En los horizontes A y B se encuentra mucho "perdigón". En algunos sitios el subsuelo es de un color pardo rojizo y muy tenaz.

Serie de Bayamón.—Estos suelos tienen una superficie que varía de un color pardo rojizo a rojo, un subsuelo rojo más compacto y un subsuelo profundo muy moteado de rojo, gris y rojo pardo. Se encuentra algún "perdigón" en los horizontes A y B, pero no tanto como en los suelos de Sabana Seca. Los suelos más rojos ocurren en las laderas de los montes donde hay mejor drenaje.

En esta serie se incluyó un tipo arenoso con el número 44. Este suelo tiene una superficie de una arena pardo claro hasta 20 pulgadas y debajo de esto una arena cementada de un color rojo pardo.

Los suelos de las series de Bayamón y Sabana Seca son ácidos, excepto el tipo número 44 que es alcalino. (Me he visto obligado a usar algunas palabras en inglés en este trabajo, por no existir traducción en castellano para estos términos.)

BIBLIOGRAFÍA

1. Uses of the Soil Survey—Yearbook—Dept. of Agric. U. S. A. 1920.
2. Journal of the American Society of Agronomy—July, 1924.
3. International Review of Science & Practice of Agric.—Jan. 1924.
4. Soils of Cuba—Bennet & Allison.
5. Proceedings of the First International Congress of Soil Science. Vol. 4.
6. The Great Soil Groups of the World—Prof. Dr. K. D. Glinka.
7. Seventh Annual Report of the American Soil Survey Association—March, 1927.
8. Preliminary Report of the Soil Survey of the San Juan Area, Porto Rico—A. T. Sweet, F. A. Villamil, 1929.
9. Soils of the San Juan Region. Porto Rico—A. T. Sweet, 1929.
10. La Mensura y Clasificación de los Suelos de Puerto Rico—A. T. Sweet—Revista del Departamento de Agricultura y Trabajo de Puerto Rico—Marzo, 1929.

La Malaria en Puerto Rico

Oportunidad que se Ofrece a los Cañeros como de las Mayores Entidades que Pueden Coadyuvar a su Restricción

Por *Walter C. Earle*, M. D.,
Director Técnico Junta de Sanidad Internacional de la Fundación Rockefeller

y Antonio Arbona, M. D.,
Médico del Negociado de Malaria del Departamento de Sanidad de P. R.

Para ser leído en la Asamblea Anual de la Asociación de Tecnólogos Azucareros, diciembre 28, 1929.

Este trabajo representa la contribución del Negociado de Malaria del Departamento de Sanidad.

Los estudios y observaciones en las cuales se basa el presente trabajo se llevaron a cabo con la cooperación parcial de la Junta de Sanidad Internacional de la Fundación Rockefeller.

Es interesante y lamentable notoria coincidencia que las regiones más severamente afectadas por la malaria nos hayan resultado aquellas zonas más extensas destinadas al frecuente cultivo de la caña, y es fuera de toda duda que los métodos que se emplean en la función agraria de la primorosa planta que nos ocupa, en relación con el terreno, pueden afectar profundamente, bajo distintos extremos, la incidencia de la malaria.

En lugares donde toda el área se utiliza para caña, se puede muy bien eliminar esta enfermedad como factor importante en el empobrecimiento de la salud de la comunidad siempre que se tengan las debidas precauciones en los drenajes o regadío. Por el contrario, los descuidos en ciertas reglas elementales para el manejo y condición de las aguas puede aumentar de tal manera la producción de los mosquitos de la malaria que causen serias epidemias de graves perjuicios que hagan necesario acción legislativa tendiente a prohibir el cultivo de la caña alrededor de importantes centros de población.

También es de sumo capital interés tener muy en cuenta que apenas si hay una sola medida recomendada para prevenir tales mosquitos que no tenga importante beneficio para la agricultura.

En este sentido aunque reconocemos que desde el punto de vista de la agricultura se han venido adoptando aquellos métodos de mejor provecho, otros han recibido menos preferencia debido, por una parte, a que ciertas variedades de caña se adaptan y prosperan en un amplio margen de condiciones de humedad y de otra, a que las bonitas ganancias que estuvieron ofreciendo los altos precios del azúcar que prevalecieron hasta hace pocos años permitían cierto desdén al esmero en los cultivos, pero ahora que la azúcar no está en brillante apogeo la crítica circunstancia económica demanda el uso de todos los métodos posibles para aumentar la producción al coste de más posible reducción, por lo cual, se han empezado a usar otros sistemas que son importante ayuda para la efectiva labor de destrucción del mosquito de la malaria.

Este insecto perjudicial que se conoce con el nombre de mosquito anófeles, está propagado por casi toda la Isla, pero solamente existen en cantidades suficientes para transmitir la enfermedad en las regiones de la costa aunque, ocasionalmente, abunda por las alturas en los valles de algunos ríos.

El agua más favorable al desarrollo de tal mosquito encuéntrase más prácticamente en pequeño o grande estanque, río, quebrada, manantial, zanja, pantano con agua dulce o salada, cajas de hojas de lata vacías, cascos de coco, medios barriles y barriles enteros al uso doméstico, y otros artefactos. Las cisternas no constituyen en Puerto Rico importante origen de criaderos de este insecto. Demuéstralo así, que en San Germán un río fué la causa de una epidemia y un pantano en la Playa de Humacao, mientras que en Salinas, la motivó una combinación de zanjas de drenaje en los cañaverales, un río, y pantanos que encontramos.

A buena cuenta que un mosquito anófeles requiere de 10 a 14 días para su completa evolución de huevo a insecto alado solamente es necesario considerar y estudiar el agua que permanezca detenida en la superficie durante el período indicado.

Ante esta realidad del período incubatorio del mosquito, como el cultivo de la caña adonde con mayor extensión se efectúa es en la costa, precisamente lugar en que más se suelen detener las aguas en la superficie por efecto de los rutinarios métodos de cultivo principalmente, en seguida se hace patente que lo importante es poner en práctica por esos motivos, los verdaderos métodos ya experimentados que puedan cortar los estancamientos de agua en donde quiera que se encuentren por más tiempo que el que dura el proceso de evolución del mosquito.

Otra causa digna de notar es que mucha gente se traslada a estas zonas infectadas de la costa en busca de trabajo procedente de otros campos, lo que hace fácil al mosquito la posible transmisión de la malaria. Además, el mosquito puede volar ordinariamente media milla, pero cuando se reúnen en grandes cantidades se pueden extender a una milla o poco más, para obtener su alimento de sangre.

Nosotros estamos interesados principalmente por los trabajadores y sus familiares, para que no sean víctimas

de los males que originan los mosquitos productores de la malaria y, para protegerlos se presentan a nuestra opinión dos posibilidades.

Primera Posibilidad
selección de sitios para colonias de trabajadores

Al edificar nuevas colonias o trasladar las antiguas como medida de esencial precaución débese procurar escoger sitios tan lejos como sea posible (por lo menos una milla) de las áreas que tienen agua abundante en la tierra, bien sean permanentes o durante la época lluviosa.

El mero hecho de construir una colonia aun a cierta elevación en medio de un pantano, poco o nada favorece a las personas congregadas en la colonia contra las precauciones que deben tomarse en todo momento frente al daño que pueda ocasionar el mosquito anofelino, porque para evitar este perjuicio requiérese la mayor distancia posible con la altura deseable y no siempre los sitios de tal naturaleza aparecen a medida de los deseos en acción, siendo más fácil obtener esa distancia en línea horizontal.

Pero al tener resuelto el emplazamiento de esa colonia, por muy atrayente que sea el aspecto físico del terreno para complacer la conveniencia aparente del agricultor, precisa entrar en el fondo de ciertas y determinadas científicas condiciones de la caña, en relación con la malaria, de manera que no confiemos en una prevención que sólo tiene por base una impresión de aspecto agradable.

En caso de colonias como las que tratamos, aunque haya zanjas horizontales que parezcan que hacen un oficio completo de prevención sanitario en tales parajes por el mero hecho de verse seca la tierra alrededor de la plantación y a su vez la caña en desarrollo bonito y frondoso, no quiere esto decir que se está libre de criaderos de mosquitos, porque, para obtener los resultados expuestos en cuanto al cultivo de la caña, hay que deducir que se haya tenido necesidad de abrir zanjas diversas de corta y larga extensión por las cuales discurre agua de modo más o menos permanente, mientras que para producir grandes cantidades de mosquitos basta a veces solamente tener una zanja discurriendo agua aunque la cantidad sea mínima, puesto que el vehículo genitor del mosquito se desarrolla en agua detenida, de manera que llamamos la atención de los agricultores de caña hacia la experiencia incuestionable de que todos esos terrenos fungosos que se emplean en la bajura para plantación como necesitan diversidad de zanjas, están en la misma condición que si fueran pantanos a los efectos de seleccionar sitios para las colonias.

Aunque lo ideal sería prescindir de estos sitios malsanos para establecer colonias, a veces las necesidades circunstanciales obligan a tener que transigir por fuerza de causa mayor a que se construyan algunas viviendas para trabajadores que han de emplearse en celar propiedades o atender al funcionamiento de bombas de extracción, entonces, en estos sitios es esencial y factible que se resguarden dichas viviendas con tela metálica. Cualquier persona interesada puede obtener todos los detalles que desee sobre el uso de la tela metálica a tal respecto, dirigiéndose al Negociado de Malaria del Departamento de Sanidad.

Estimamos que un programa de construcción de colonias cuidadosamente planeado que cubra un período de diez años, probablemente surtiría mejor efecto que cualquier otro factor operando sobre el mismo espacio de tiempo hacia la reducción de la incidencia de la malaria en las colonias de trabajadores.

Segunda Posibilidad
labor reductiva de crianza de mosquitos anofelinos

El supremo método en esta labor sanitaria acerca de la transmisión de la malaria es tomar medidas eficaces hasta donde sea posible para reducir la crianza de los mosquitos anofelinos, pues ya que no es posible eliminarlos todos como fuera de desearse, conviene poner en ejercicio las mayores actividades para irlos reduciendo a la mínima expresión para que causen el menor daño posible.

Los métodos a describir son únicamente aquellos que ofrecen probabilidades del mayor beneficio para la agricultura, los cuales por sí mismo compensarían fácilmente al mismo agricultor. Estos métodos que benefician al agricultor coinciden con la importante garantía que estamos buscando para el interés de la salud pública.

No hay que perder de vista que los métodos varían en su aplicación según de cada condición local y por ello, conviene dividir el área de la caña en estos términos:

A. Tierras bajas más o menos al nivel de las mareas,
B. Tierras sujetas a regadío,
C. Tierras de filtraciones y aquellas relativamente altas con suelo compacto y pobre drenaje natural.

tierras bajas más o menos al nivel de las mareas

Compuertas de hierro automáticas usuales para las mareas son de gran utilidad en algunos de los terrenos mencionados especialmente cuando están sujetos a grandes desbordamientos ocasionales o fuertes lluvias periódicas porque permiten el desalojo de las aguas que los aniega y evitan la entrada de las que afluyen. Por el contrario, cuando se trata de poco volúmen de agua tal cual procede de manantiales o regadío son de poca o ninguna utilidad porque su resultados pueden ser adversos o contraproducentes.

Existen, sin embargo, muchos pantanos que solamente pueden drenarse por medio de bombas, y he aquí, un campo comparativamente nuevo para aumentar la producción de caña. Nosotros estamos altamente agradecidos a aquellos que antes de ahora han instalado este tipo de drenaje por haber hecho experimentos siempre costosos anticipadamente.

El sistema instalado por la United Porto Rico Sugar Co. en Pasto Viejo y aquel de la Fajardo Sugar Co. en

Loíza, para mencionar sólo dos, han demostrado la posibilidad ventajosa y útil de este tipo de drenaje en terrenos casi virgen en donde aguas en exceso era la causa que impedía grandes y provechosos rendimientos de caña de azúcar.

Es grande la extensión de terreno que por este método puede prepararse con éxito fácilmente presentando como ejemplo, el área conocida por el "Caño de Tiburones".

Todas estas áreas mencionadas están seriamente infectadas con malaria y es poco lo que se puede hacer de modo permanente, mientras estas áreas no reciban eficiente drenaje por medio de bombas adecuadas. Cuidadosas observaciones nos han demostrado que estas áreas aunque nunca se secan apesar de las bombas, no obstante, el agua puede mantenerse continuamente dominada porque el nivel del agua fluctúa diariamente, y mientras las zanjas no se obstruyan, prácticamente no da lugar a la crianza de mosquitos anofelinos. He aquí un método efectivo para tener bajo dominio los mosquitos de la malaria, el cual es también de cuantioso beneficio para la agricultura por lo cual es de esperar que reciba de los agricultores sobre todo, la más grande atención en el futuro cercano.

TIERRAS SUJETAS A REGADÍO

Consideramos que tales tierras por su falta de agua para fines agrícolas necesitan del regadío, cuya importancia en relación con la incidencia de la malaria que prevalece en la mayor parte de las regiones donde se utiliza el riego es difícil determinar, porque siempre hay también otras fuentes de mosquitos anofelinos, pero sabemos sin embargo, que el agua del riego en su curso natural desde donde deriva hasta donde llega, da lugar a menudo a la formación de muchos criaderos de mosquitos en grandes cantidades y más importante todavía, que la labor anti-malárica es siempre mucho más dificultosa en regiones donde se usa el riego.

Se nos dice y se nos repite, "que el agua es muy costosa, que se usa cuidadosamente, y que nunca permanece en las piezas de caña por tiempo suficiente para dar margen a criarse mosquitos." Esto puede ser aceptable en cuanto se relaciona con plantaciones pequeñas, pero si nos tomamos el interés de hacer un corto viaje a través de una plantación con riego, podremos fácilmente convencernos del gran número de lugares donde pueden criarse cómodamente muchos mosquitos.

Esto ocurre en canales de riego que por la mucha vegetación en sus orillas obligan hacia el centro su rápida corriente, en los innumerables encharcamientos de agua que se forman por desbordamientos o grietas en los canales, y en campos previamente regados pero no drenados de modo adecuado. También los pequeños lagos artificiales o depósitos transitorios que se usan para embalsar agua de noche suelen ofrecernos dificultades en la labor sanitaria.

Hay muy pocas piezas en campos de caña para los cuales la provisión de agua se ajusta a una suficiente proporción para poder ser completamente absorbida sin excesos perjudiciales, porque esos sobrantes que por el agua del riego malgastada aumentan el volumen de agua, no siempre encuentran la zona contigua en disposición de recogerlos, sino que eventualmente caminan a discreción yendo muchas veces a parar a sitios bajos continuamente anegados donde se detienen por no hallar camino franco al mar y por el contrario aumentan el caudal del agua de lluvias que normalmente contienen acentuando más la mala condición de los terrenos.

Este estado de cosas en cuanto al agua del riego se refiere, más la procedente de filtración unida a las de lluvia ha hecho cambiar de tal manera estas tierras que ahora es muy difícil y costosa su transformación adecuada al cultivo procedente. Una continuación de las deficiencias anotadas en estos sectores contribuirá a aumentar el área de terrenos salitrosos.

Agua de regadío puede ser manejada muy fácilmente sin dar acceso a grandes números de criaderos de mosquitos, si se observan las debidas medidas de prevención en cuanto aconseja tener los canales limpios o revestidos de material impermeable, sobre todo aquellos que necesitan agua por más de 10 a 14 días continuamente, lo cual no ofrece gran dificultad, porque tales canales regularmente son pocos en número. Los canales que recogen y dan salida al agua que extraen las bombas no son incluídos aquí, porque ellos son vaciados prácticamente cada noche cuando las bombas están detenidas en su trabajo. El agua debe ser limitada estrictamente a la región que se riega cuidándose de que las compuertas instaladas deben ser bien cerradas de modo impenetrable al agua y que, el volumen de agua en cada canal sea de acuerdo con su capacidad y necesidad.

Esto parece tan claro que se presume se está haciendo en todas las regiones donde existe regadío que apenas si debemos mencionarlo, pero como nuestra experiencia en este ramo nos demuestra que probablemente la mitad del costo de la campaña antipalúdica en estos parajes lo ocasiona la atención que demanda la necesidad de atender el agua que por descuido o métodos inadecuados no alcanza a los campos que se intentan regar, se hace imprescindiblemente necesario recomendar que no se distraiga la atención de este miraje interesante a los efectos del interés sanitario.

Es posible por lo regular suspender el riego de modo que el agua pueda ser alternada de un canal a otro a intervalos de una semana a diez días, espacio corto para el desarrollo completo de los mosquitos anofelinos. Aun en períodos de mayor necesidad de riego esto puede disponerse, porque todo lo que es necesario consiste en cerrar el agua de un canal por suficiente tiempo que permita su desagüe, lo que usualmente es cosa de algunas horas. En esta situación procede que se desagüe y limpie el

canal removiendo los obstáculos que se puedan encontrar para que esté dispuesto a recibir las aguas nuevamente.

Otra de las dificultades con que tropezamos, son ciertas promociones de tierra conocidas por "Tapones" que se utilizan para desviar o sujetar las aguas transitoriamente durante el regadío en razón a que dan origen a la formación de charcos que favorecen la crianza de mosquitos anofelinos, porque su poca consistencia da lugar a que el agua se filtre y se detenga en sitios inadecuados, lo que se debe procurar evitar siempre, así como abandonar la rutina frecuente de hacer esos "Tapones" en lugares que dan un resultado contraproducente, debido a que el "Tapón" se suele poner más allá de donde se debe efectuar la conexión que prolonga el desvío del agua para cuyo fin se ponen "Tapones", y se olvida quitarlos después de haber llenado su oficio, y por último, se debe precaver que el exceso de agua de riego debe ser conducido a convenientes canales de drenaje que vayan al mar, no sólo para evitar más daño a los suelos de los terrenos bajos sino también para corregir la crianza de mosquitos anofelinos.

La experiencia en Fajardo, Salinas y Patillas ha demostrado de modo palpable que donde se siente un ardoroso deseo de ajustarse al programa del Negociado de Malaria en cuanto a estos particulares del riego se refiere, bien podemos decir, que poco más de lo indicado por nosotros hace falta en cuanto a requerir adicionales esfuerzos.

TIERRAS DE FILTRACIONES.

Entre los dos términos de terrenos, bajos por condición y los altos que requieren regadío se encuentra una gran porción del área de Puerto Rico. En los sitios más mojados donde la tierra se prepara en bancos con zanjas a cada 5 o 10 pies es evidente que la crianza de mosquitos anofelinos puede ser enorme; no obstante, aunque el mayor número de campos de caña suele estar medianamente bien drenados pueden durante los períodos de prolongadas tandas de lluvia retener aguas estancadas por variables espacios de tiempo, pero como el agricultor en este caso tiene mucho cuidado de remover inmediatamente en los campos de caña pequeña el agua que puede afectarla no causa grave daño, ni tampoco en las mayores cañas porque a pesar de no ser atendidas con el debido esmero y prontitud como las de corto desarrollo, la sombra tan densa que proyecta da lugar a muy poca crianza de mosquitos anofelinos.

Por otro lado ocurre que muchos plantíos son interceptados por numerosos caminos y zanjas y en todo el tiempo del año hay siempre algunos campos de caña de mediano crecimiento que nos pueden ocasionar dificultades en los tiempos de lluvia. Durante la época de la cosecha y preparación para la replantación, los desagües suelen ser abandonados y el corte de las plantas destruye la sombra que fué ayuda en prevenir la producción de anofelinos hasta ese momento.

En la costa norte especialmente, aunque el suelo es más bien impermeable y la lluvia considerable, en la mayor parte de los casos estas áreas pueden mantenerse libres de mosquitos por medio de cuidadosa atención a la salida de los desagües, aunque a veces, cuando la lluvia es extraordinariamente fuerte se suelen quedar encharcadas las aguas a pesar de todo lo que cualquiera pueda hacer. En estas regiones drenajes en el subsuelo pueden ser de gran beneficio. Nos ocuparemos de ellos más adelante.

Las áreas de filtraciones constituyen nuestro peor problema no sólo a causa de la facilidad en ellas de la cianza de mosquitos anofelinos, si que también a causa de la extensión del área envuelta. En la costa norte estas filtraciones son comúnmente limitadas a más o menos pequeñas apariciones que se suelen notar en la base de los cerros, pero en la costa sud, el agua se cuela hacia afuera de la tierra por áreas extensas. El terreno es muy fértil. Continuamente se ve ocupado en siembra de caña. Pero se nota que es fungoso al ver la posición que adoptan hasta los bueyes al arrancar en sus embestidas en la función de arar la tierra, lo confirma también el sinnúmero de zanjas estrechas cavadas a muy cerca distancia de unas a las otras, pudiéndose calcular más de una milla de zanjas en una cuerda de terreno que prontamente dan lugar a la crianza de mosquitos. Y cuando la caña está de cortar, se hace necesario a menudo cargarla hacia afuera a mano en razón a la condición pantanosa del terreno, cabiendo presumir que el cultivo de estos terrenos haya hecho posible y más favorable las condiciones para la crianza de mosquitos anofelinos.

Este problema puede manejarse en estas áreas muy eficientemente desde el punto de vista de la agricultura como también para el dominio de los mosquitos a través de tubería apropiada para drenajes en el subsuelo. Tan luego como nosotros hemos podido determinar, los primeros experimentos en este tipo de drenaje después de la ocupación americana fueron hechos en la Estación Federal Experimental de Mayagüez. Otros han tenido información de este ensayo y han instalado sistemas en varias partes de la Isla. La Central Mercedita cerca de Ponce ha usado probablemente este tipo de drenaje más extensamente que cualquier otro en los últimos diez años. Y Mr. Giles ha informado a esta asociación previamente acerca de los resultados de su trabajo. Más recientemente, la Central Aguirre y la Central Eureka así como otras más, han hecho pruebas en tal sentido. En muchos casos la ambición parece indicar el deseo de reformar tierras salobres tenidas antes como estériles.

La Central Mercedita, la Central Aguirre en Santa Isabel y la United Sugar Company of Porto Rico en Pasto Viejo, han tenido resultados in-

mediatos reveladores de que éste procedimiento descubre un campo bien definido de especial explotación en extensiones mojadas no salobres, las cuales aunque producen caña no es en la debida proporción máxima estimulante, siendo sin embargo su cultivo a un excesivo alto costo.

La recompensa es más rápida con el drenaje en el subsuelo, y se da uno cuenta de que el agua en exceso es el único obstáculo a una buena cosecha en razón a que la caña ya antes había sido cultivada en esa zona. En esas áreas es también precisamente donde los drenajes en el subsuelo proporcionan y ayudan con más beneficio a la campaña contra los mosquitos.

Los tubos deben colocarse en líneas a un promedio de 3 pies de profundidad, siendo así que siempre el agua podrá beneficiar las raíces de la caña sin que se acumulen y permanezcan excesos en las capas superficiales del suelo donde éstos hacen daño. El costo de la instalación varía en gran parte principalmente por el tamaño de la tarea a realizar. Cuando se fomenta en pequeña escala el costo elemental es relativamente alto, pero en los varios experimentos hechos bajo la dirección de nuestro ingeniero, el costo ha promediado alrededor de $100 por cuerda. Nuestro material usado han sido tubos de cemento preparados con máquinas de mano. También se han usado tubos de barro de los cuales hay una fábrica cerca de Caguas equipada en condiciones apropiadas para desarrollar en escala comercial una industria que puede ser interesante y permita esperar que el costo de producción y transportación de su manufactura pueda llevarse a una cifra más pequeña de tal suerte, que sea conveniente para todos obtener buenos tubos hechos en el país fácilmente y a un costo razonable.

Una de las mayores dificultades encaminada hacia rápidas y eficientes instalaciones de sistemas de drenaje en el subsuelo, consiste en la falta de mayor número de ingenieros dedicados a estas empresas que pudieran atender y servir al pequeño terrateniente falto de recursos, porque no todos los ingenieros se ocupan en esta especialidad.

Es de esperarse que el Colegio de Agricultura e Ingeniería de Mayagüez con el tiempo nos proporcione un mayor abastecimiento de ingenieros con inclinación a la especialidad en métodos de drenajes dado el gran interés progresivo que está en vías de aumento en este ramo.

El Departamento de Sanidad tiene a su disposición un ingeniero consultor en tubería de drenajes que ha hecho diferentes ensayos en cooperación con algunos propietarios y visita la Isla periódicamente para observar estos trabajos, y también tiene en su personal un ingeniero que ha recibido especial preparación en estos respectos de drenaje quien está dispuesto a prestar sus servicios donde sean requeridos.

Así es que de primera intención se ve que el problema de la malaria es algo complicado; pero apenas se entra en un análisis de observación discreta, metódica, y juiciosa de todos los factores que deben ser considerados en sus múltiples variadas relaciones de estructura interna y aspecto externo, se encuentra que el dominio de la malaria está al alcance de todos prácticamente por unos u otros medios.

Si toda el área que necesita medidas de prevención según las circunstancias se hallara siempre bajo un control uniforme, es decir, que fuere posible entenderse con una sola entidad, entonces el problema es simple, porque con una combinación de cuidadosa selección de sitios para las colonias de trabajadores, atención al drenaje y métodos de riego, la malaria cesará de ser un problema en relativamente pocos años.

Pero como ocurre, sin embargo, comúnmente el área envuelta está bajo el dominio de entidades diversas, personas particulares, gobiernos municipales e insular, administradores y encargados que no tienen unos ni otros autoridad necesaria para actuar en concordancia con las necesidades de la cooperación saludable, es difícil algunas veces de conseguir los medios propicios para combatir al mosquito con efectividad oportuna.

El Negociado de Malaria ha venido fomentando reiteradas campañas en contra de esta dañina enfermedad en varias localidades de la Isla donde previamente el mal era muy severo, y se ha encontrado que donde cada uno acepta la responsabilidad para el manejo conveniente del agua en su terreno en tanto que concierne a los métodos de drenaje permanentes, hay poco más que sea necesario hacer, ya que, el dominio de los cursos de aguas permanentes puede fácilmente realizarse por el uso de larvicidas tal como verde parís.

El Negociado de Malaria seguirá en su campaña, tratando de obtener la mayor cooperación posible de todas las personas necesarias, naturales o jurídicas, que puedan brindarla para el dominio de la enfermedad en cualquier área que se haga una solicitud y para tal respecto, el Negociado está bien equipado pudiendo dispensar la asistencia técnica necesaria.

El interés popular va en aumento y los métodos disponibles se divulgan con progreso en el conocimiento general por toda la Isla.

Hay una brillante oportunidad para los cultivadores de caña poder caminar a la vanguardia de la noble campaña anti-malárica, haciendo los trabajos correspondientes de la manera más eficaz posible y con el mayor provecho para ellos mismos en sus propias plantaciones. Si cada uno asume la responsabilidad de verificar los trabajos necesarios en sus terrenos no sólo contribuirá al dominio final de la malaria, sino que habrán dado una nota de revelante estímulo noble y educativa en bien de los altos intereses de la salud pública, respondiendo así a un sentimiento de digno patriotismo.

Inspección de Abonos en la Isla de Puerto Rico

Por *Rafael Vilá Mayo,*
Jefe Químico para Abonos

En la mayor parte de los países civilizados existen leyes para regularizar la venta de los abonos, evitando de este modo que el agricultor sea engañado y pueda estar garantido en esta clase de transacciones. Por más conocimientos que posea un agricul-,tor, nunca podrá saber cuándo un abono es bueno y cuándo es malo; qué casa vendedora lo trata con honradez y quién lo engaña.

Y de ahí el hecho que el gobierno se haga cargo de su inspección y apruebe leyes que regulen su venta, única y exclusivamente para la defensa de los agricultores.

La primera ley regulando la venta de los abonos en Puerto Rico fué aprobada por nuestra Legislatura en el año 1905, y disponía que su ejecución estuviese en manos del Comisionado del Interior. Aunque defectuosa, hubiese llenado su cometido si al siguiente año no hubiese sido enmendada en el sentido de suprimir la sección 4. En esta sección se proveía fondos mediante impuestos, y con ellos hubiera sido posible hacer efectiva su ejecución.

Ya fundada en 1911 la Junta de Comisionados de Agricultura y a propuesta del entonces Gobernador de Puerto Rico, Hon. Colton, se pidió que preparase un proyecto de Ley de Abonos para ser presentado en la Legislatura de 1912, como consta en el Segundo Informe Anual de dicha Junta. Después de su estudio fué recomendado que se enmendase en el sentido de sustituir de ella las palabras "Comisionado del Interior" por las palabras "Junta de Comisionados de Agricultura" transfiriendo así la autoridad y la responsabilidad de hacer cumplir la ley de manos del Comisionado del Interior a manos de la Junta de Comisionados de Agricultura.

En el año 1910 se fundó en Río Piedras la "Estación Experimental de los Productores de Azúcar", la cual, mediante la Ley 45 de la Asamblea Legislativa Insular fué traspasada a El Pueblo de Puerto Rico en el año 1914. Tenemos entonces que nueve años después de haberse promulgado la Ley de Abonos fué que hubo por primera vez un organismo encargado de hacerla efectiva, utilizando para ello el Laboratorio Químico de la Estación Experimental Insular. En este año apareció el primer boletín sobre la inspección de abonos en la Isla de Puerto Rico, dando a conocer los resultados obtenidos en el análisis químico de 87 muestras de abonos, por el entonces químico de esta Estación Sr. W. B. Cady. A esta publicación le siguieron los publicados en los años 1915 y 1916 por el mismo autor e igual fin.

La Junta de Comisionados de Agricultura cesó en sus funciones al crearse el Departamento de Agricultura y Trabajo en virtud de la implantación del Acta Jones en el año 1917, pasando la Estación Experimental bajo la dirección del nuevo Departamento.

Y aquí podemos decir en síntesis que empezó la verdadera inspección de abonos en la Isla de Puerto Rico.

En julio 1 de 1917 fué nombrado Jefe Químico de la Estación Experimental Insular el Sr. Francisco A. López Domínguez. Desde que tomó posesión de su cargo desplegó gran actividad para establecer en la Isla un buen servicio de inspección de abonos. Efectuó varios viajes a distintos pueblos de la Isla, tuvo infinidad de conferencias, entrevistó, escribió varias cartas, en fin, todo lo que tuvo a su alcance hasta conseguir la aprobación de una Ley de Abonos completa el 27 de mayo de 1919. Con la ayuda incondicional del entonces director de la Estación Experimental, señor Edmundo Colón, y venciendo un sinnúmero de dificultades consiguió encarrilar la inspección.

En 1918 publicó el señor López Domínguez el boletín número 18, titulado "Abonos", donde con su facilidad de palabra hacía una verdadera descripción de lo que era y significaba la inspección de abonos. Esta publicación, más bien que boletín era un libro lleno de detalles, donde el agricultor podía compenetrarse de todo lo concerniente a los abonos. Y para dar una idea, he creído conveniente copiar los primeros dos párrafos del prefacio:

"Al presentar este boletín al público, lo hacemos con un propósito absolutamente fijo y definido; no es ésta una de tantas publicaciones que se escriben para llenar un hueco o cubrir un requisito. Este trabajo es hijo de un estudio personal de las condiciones en que se lleva a cabo la venta de abonos en Puerto Rico, y la forma en que los usan nuestros agricultores; responde a una necesidad urgente, aspira a remediar, siquiera en parte, los múltiples errores que a diario cometen nuestros agricultores tanto en la compra como en la aplicación de sus abonos. El comprar abono sin una idea clara y precisa de lo que se compra, y el aplicarlo sin conocimiento de causa, equivale a comprar piedras para lanzarlas al río.

"Si consideramos que durante el año 1910 sólo se importaron en la Isla 10,849 toneladas de abonos a un costo de $448,894 y que desde julio 1º de 1916 a junio 30 de 1917 se importaron 43,254 toneladas, a un costo de $2,137,887.00, tendremos una idea de la rapidez con que se va desarrollando y el incremento que ya ha alcanzado esta industria en la Isla. Pues bien, esta nueva fuerza que está creciendo entre nosotros puede sernos de un beneficio positivo, o puede convertirse simplemente en un nuevo medio de explotar a nuestros crédulos productores agrícolas. Los dos millones y pico de dólares, valor del abono usado, ha podido ser una inversión, o sencillamente un gasto innecesario; han debido producirle a la agricultura puertorriqueña un exceso de beneficio en proporción a lo gastado, pero también han podido representar una pérdida positiva para muchos de los compradores."

En este boletín se daban a conocer

también los resultados obtenidos en el análisis oficial de 133 muestras de abonos.

En 1919 se publicó el boletín número 21 donde hacía una verdadera explicación de la nueva ley aprobada y claramente demostraba el alcance de la misma. También se publicaron los resultados de los análisis durante el año 1917–18.

En octubre 21 de 1920, el Hon. Comisionado de Agricultura y Trabajo señor Manuel Camuñas redactó un nuevo reglamento reorganizando este servicio; y pasándolo de manos de la Estación Experimental, a las del Negociado de Agricultura. Esto fué sugerido por el señor Edmundo Colón, director de la Estación Experimental, y por el señor López Domínguez, Jefe de la División de Química. Ellos querían separar el trabajo de fiscalización, del trabajo de fomento o vulgarización agrícola.

En la Ley de Presupuesto Insular aprobada por la Legislatura de Puerto para los años 1921–23, fueron creadas para este importante servicio, las siguientes plazas:

Jefe Químico para Abonos.

Químico Auxiliar.

Inspector de Abonos.

Empleado para los trabajos manuales.

Con este número de empleados exclusivamente para la inspección de abonos se hizo posible un trabajo más eficiente en este servicio que tanto viene beneficiando directamente a los compradores de abonos.

En el edificio principal de la Estación Experimental Insular, y en dos de sus amplios salones, se procedió a la instalación de mesas, aparatos, oficinas, etc., por el Departamento del Interior bajo la inmediata dirección del Jefe Químico para Abonos. A principios de octubre de 1921 quedó en condiciones de poderse trabajar y se dedicó únicamente al análisis de materias fertilizantes y enmiendas para terrenos que es lo que incluye la Ley de Abonos.

En 1923 el señor Carlos E. Chardón fué nombrado Comisionado de Agricultura y Trabajo. Comprendiendo la importancia del mismo ha sabido darle impulso y actuar con energía en los varios casos anormales con que nos hemos tropezado que más adelante describiremos y que si no hubiese sido por el interés por él desplegado los agricultores hubieran resultado perjudicados por varios miles de dólares.

RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos en la Inspección de Abonos en la Isla de Puerto Rico son bien claros y precisos. Los números hablan con elocuencia, y nos demuestran cómo se ha corregido el mal que existía.

El primer año de inspección podemos decir que fué el de 1917–18, cuando ya estaba bastante organizado el servicio, y creo oportuno copiar un párrafo escrito por el señor López Domínguez al describir los resultados obtenidos:

"La tabla número 2 indica el número de muestras deficientes del total analizado de cada firma comercial. Como se verá, casi el 58 por ciento de las firmas presentadas aparecen con más del 10 por ciento de las muestras analizadas deficientes, y más del 47 por ciento de dichas firmas tienen un 50 por ciento o más de las muestras analizadas deficientes. Esta es una condición que ciertamente merece corregirse, y que estamos seguros se corregirá tan pronto como traficantes y vendedores se cercioren de que existe una ley de abonos, y un organismo oficial constituído encargado de inspeccionar y de informar sobre las deficiencias notables."

En este año se analizaron 120 muestras de abonos mezclados, de las cuales 46 de ellas resultaron deficientes, o sea el 38 por ciento aproximadamente en el total de las muestras analizadas.

Al siguiente año 1918–19, estando ya en vigor la nueva Ley de Abonos, y siendo más conocida por los agricultores se empezó a notar los beneficios de la inspección. De 104 muestras oficiales analizadas sólo 21 de ellas resultaron deficientes de acuerdo con el análisis oficial. Y tenemos, que del 38 por ciento de muestras deficientes en el año anterior bajó al 20 por ciento. Y ese descenso continuó año por año, hasta llegar al 5.6 por ciento en el año 1921–22.

A pesar de que en el último año 1928–29, el por ciento de muestras deficientes ascendió al 14 por ciento, los datos que a continuación se dan demuestran que los agricultores recibieron con creces el valor de los abonos por ellos comprados.

Las 253 muestras oficiales de abonos mezclados analizadas el último año representan un total de 175,354 sacos, con un valor total según garantía de $662,562.84 y un valor total de $671,919.72 según análisis. Es decir, que de acuerdo con los análisis, los vendedores de abono en la Isla de Puerto Rico dieron $9,356.88 por encima de la garantía estipulada.

NUEVAS ACTIVIDADES

Bajo este título hemos emprendido una campaña sobre la condición física que debe reunir todo carbonato calizo pulverizado que se ponga a la venta para ser usado como enmienda para el terreno. Los agricultores de Puerto Rico le dan poca importancia al análisis mecánico y sólo se fijan en el análisis químico cuando debe ser todo lo contrario.

El carbonato calizo que se encuentra a la venta en la Isla procede generalmente del mineral "Calcita" que tiene un por ciento bien alto de carbonato de cal, y por consiguiente, el análisis químico por lo general responde a la garantía. Pero de nada vale que su análisis químico responda a la garantía, si la condición física no permite que éste reaccione en el suelo con la rapidez que el caso requiere.

Son muchos los datos que tenemos de experimentos efectuados en distintas estaciones experimentales que vienen a corroborar nuestras afirmaciones. Y podemos citar en primer término los datos de la Estación Experimental de Massachusetts. Si el carbonato de cal usado tiene tal grado de pulverización que pase por un tamiz de 80 alambres por pulgada cuadrada y si es aplicado en suficiente cantidad para suplir la misma cantidad de cal que la cal viva, los bene-

ficios se duplicarán usando el carbonato calizo. Para hacerlo más gráfico, el Dr. H. E. Keiffer dice que el carbonato calizo pulverizado que pase por un tamiz de 200 alambres contiene 13,869,051 partículas por pie cuadrado, y que el que pasa por uno de 12 alambres sólo tiene 17,337 partículas por pie cuadrado.

En el "Journal" de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales de los Estados Unidos, correspondiente al Volumen XI, Número 1, de febrero 15 del presente año, trae la definición adoptada por el comité de definiciones de términos, que traducida literalmente dice así: piedra caliza pulverizada (*Ground Limestones*) éste es el producto obtenido moliendo calcita o dolomita. El setenta y cinco por ciento o más debe pasar por un tamiz de 100 alambres por pulgada cuadrada. Debe contener carbonatos de cal y magnesia equivalentes a no menos del 45 por ciento de óxido de cal o de la mezcla de los óxidos de cal y magnesia.

En el año 1927–28 se hicieron análisis químicos y físicos en 7 muestras de carbonatos calizos que encontramos a la venta. El análisis químico según la definición anterior, en todos los casos sobrepasó a lo exigido, pero la condición física dejó mucho que desear. Sólo una muestra, la número 2815, pasó el 75 por ciento de su contenido por el tamiz de 60 alambres por pulgada cuadrada, mientras que en los otros casos apenas el 50 por ciento pasó por el tamiz de 60 alambres por pulgada cuadrada.

LA IMPORTANCIA DEL NEGOCIO DE ABONOS EN PUERTO RICO

El consumo de abonos en Puerto Rico aumenta de año en año de manera considerable. Y esto puede verse fácilmente al comparar las siguientes cifras:

1910–11	10,849 toneladas
1921–22	43,260 toneladas
1922–23	56,789 toneladas
1923–24	75,670 toneladas
1925–26	79,575 toneladas
1928–29	93,961 toneladas

Es decir, que en el transcurso de 19 años de 10,849 toneladas importadas en el año 1910–11, tenemos una importación en el año 1928–29 de 93,961 toneladas. Y yo creo que todos estaremos conformes en predecir que si no este año, pero en el próximo llegaremos a las 100,000 toneladas.

La primera fábrica mezcladora en instalarse en Puerto Rico fué la actual Porto Rico Fert. Co. en el año 1913.

En la actualidad cuenta la Isla con varias casas mezcladoras de abonos, de sólida reputación, al frente de las cuales se encuentra personal técnico competente. Pero ellos son humanos y pueden cometer errores. Para eso estamos nosotros para llamar la atención cuando se cometan esos errores y que los agricultores no paguen las consecuencias.

CASOS ANORMALES

El primer caso anormal que se nos presentó fué el del abono "Aguila", cuyas fórmulas para el abonado de la planta de tabaco tenía un exceso de cloro.

En una visita oficial que se efectuó al pueblo de Comerío, varios agricultores de la comarca llamaron la atención al hecho de que determinada casa empacadora de tabaco en rama no quería comprar el tabaco cuyas plantaciones habían sido abonadas con cierta clase de abono, porque resultaba de mala calidad al quemar.

Se procedió a la identificación del elemento cloro en todos los abonos cuyos análisis se usaban en las plantaciones de tabaco, y se tomaron muestras de todos los distintos fabricantes y vendedores. Después de un minucioso estudio, tanto en los métodos de análisis como en las hojas de tabaco abonadas con distintas marcas de abonos, llegamos a la conclusión de que todos los abonos marca "Aguila" usados para las plantaciones de tabaco contenían un por ciento elevado de cloro, en algunos casos hasta el 10 por ciento, y los abonos de los otros fabricantes apenas llegaban a 0.80 por ciento.

Oficialmente se dió conocimiento del caso al Hon. Comisionado de Agricultura y Trabajo, quien dió a la publicidad los análisis, así como los extractos de los trabajos efectuados por autoridades del extranjero que han llegado a la conclusión de que el cloro es perjudicial a la buena calidad del tabaco de fumar.

Continuamos la investigación no sólo en los abonos para tabaco, sino también en las hojas de las plantas. Para este estudio, tomamos como base hojas de tabaco que habían sido abonadas con abonos que contenían exceso de cloro; hojas de tabaco abonadas con abonos que no contenían cloro en exceso y hojas de tabaco que no habían sido abonadas. Obtuvimos las hojas de las regiones de Comerío.

Los resultados obtenidos nos demostraron con entera claridad, que el tabaco abonado con el abono que contenía exceso de cloro había absorbido mucho más cloro que el tabaco abonado con los abonos que no tenían exceso de cloro y que el que se dejó sin abonar. Calculando los promedios del cloro contenido por cada grupo de muestras, tomando por ello los por cientos calculando a base de 20 por ciento, que es la humedad que podemos calcular para el tabaco que se va a elaborar obtuvimos:

Promedio de muestras de tabaco abonado con abono conteniendo exceso de cloro	1.37%
Promedio de muestras de tabaco abonado con abono que no contenía exceso de cloro	0.72%
Promedio de muestras de tabaco que no fué abonado	0.55%

En un caso donde habían hecho dos abonadas con abono con cloro el por ciento de cloro llegó al 2.10 por ciento en la hoja de tabaco.

Los datos analíticos expuestos comprueban hasta la evidencia que la presencia del cloro determinó que el tabaco así abonado había absorbido cloruros hasta hacer contener a la hoja de tabaco, en este caso, 2.4 veces más que tabaco normal, no abonado, y 1.84 veces más que el tabaco abonado con otros abonos en la confección de los cuales no se habían usado muriatos.

Pocos meses más tarde un comprador de tabaco en rama de Bayamón solicitó los servicios del personal del Laboratorio Químico de la Estación Experimental Insular para ver la manera de hacer quemar unas hojas de tabaco, en las cuales resultaba imposible la combustión.

Por los datos suministrados se comprobó que ese tabaco, cuyo valor asegurado pasaba de $80,000 había sido comprado en las regiones de Comerío, y precisamente procedía de las mismas plantaciones de donde habíamos hecho el estudio.

Otro caso importante para el Servicio de Abonos resultó ser el del abono marca "Advance" en el año 1926–27. Infinidad de muestras propias para el abonado de la caña de azúcar, fueron analizadas y todas arrojaban una deficiencia que representaba una pérdida de $2 por tonelada para el agricultor. En este caso, como en el anterior, el señor Chardón demostró energía, y dió los pasos necesarios para evitar se siguiera introduciendo el abono y ordenó fuera retirado del mercado en tal estado. La controversia dió lugar al envío por parte de la casa importadora, del señor Samuel S. Wiley, Químico Analizador y Consultor establecido en Baltimore.

Y pasaremos ahora a describir el caso más importante desde que existe el Servicio de Abonos o sea el caso del abono marca "Kaiser" en el año 1927–28.

En el mes de febrero de 1928, este Laboratorio recibió la muestra número 29, tomada por el Subinspector de Mayagüez, que era representativa de un lote de abono de 1,000 sacos, marca "Kaiser" fabricado por la casa holandesa Zunstmeshandel H. Th., Lohnis & Co., Holanda, y vendido en Puerto Rico por la casa Villar & Co., de San Juan. El abono de referencia fué vendido bajo garantía 12–6–5; esto es, 12 por ciento de amoníaco (NH_3), 6 por ciento de ácido fosfórico asimilable y 5 por ciento de potasa soluble en agua. Sometida la muestra al análisis correspondiente ésta dió 5.98 por ciento de amoníaco en lugar del 12 por ciento garantizado.

Se procedió inmediatamente a buscar y analizar todos los lotes de igual procedencia, y se localizaron 6 lotes más que ascendían a 16,000 sacos los cuales dieron un análisis de 5.98, 5.95, 5.81, 6.58, 5.59 y 5.56 por ciento de amoníaco.

Ante tanta evidencia, el hecho fué puesto inmediatamente en conocimiento del Hon. Comisionado de Agricultura y Trabajo, quien tomó todas las precauciones del caso y quien lo publicó en la prensa diaria y en la Revista de Agricultura del Departamento, para conocimiento de los agricultores y del público en general.

Basados en el precio por el cual fué vendido el abono, y tomando en consideración los precios actuales del mercado, esa deficiencia representaba una diferencia de $13.34 por tonelada en contra del agricultor, o sea un total de $21,344 que hubieran perdido los agricultores si no hubiese sido encontrada por el Laboratorio tal deficiencia. Después de un estudio sobre el asunto se encontró que la casa vendedora había despachado el abono con el 12 por ciento a base de hidróxido de amonia (NH_4OH), cuyo peso molecular es de 35, y no a base de amoníaco (NH_3), cuyo peso molecular es de 17 y es como se venden los abonos.

PUBLICACIONES

Los resultados obtenidos en los análisis oficiales de las muestras de abonos son publicados mensualmente en la Revista de Agricultura que publica el Departamento de Agricultura y Trabajo, para conocimiento del público en general. Esto trae buen resultado porque no sólo sabe el agricultor cuáles son los fabricantes y vendedores que dan sus abonos completos, sino que éstos mismos se esmeran en preparar bien sus abonos para no verse con muestras deficientes en la Revista.

También se publica anualmente el Informe Anual del Laboratorio en forma de boletín, donde se da en detalle el trabajo efectuado durante todo el año.

CÓMO SE LLEVA A EFECTO LA INSPECCIÓN

Además del personal del Laboratorio, este servicio recibe la valiosa ayuda de la División de Fomento Agrícola del Departamento de Agricultura y Trabajo por medio de sus Inspectores y Subinspectores de Agricultura. Este personal, graduado, se encuentra bien instruído y equipado para este servicio, y toman muestras oficiales en distintos distritos de la Isla. En aquellos distritos donde no hay personal, las muestras son tomadas por el personal del Laboratorio.

El servicio se rige por un Reglamento Interior, aprobado por el Comisionado de Agricultura y Trabajo, donde se detalla cómo se ha de tomar una muestra con todos los requisitos de la técnica, y el personal tiene a su disposición para tal objeto el siguiente material:

Cala de bronce de 36 pulgadas marca "Indian".
Hule blanco de 3 pies por 3 pies.
Pala pequeña de plata alemana.
Brocha de pelo fino de 2 pulgadas.
Cajas de cartón corrugado.
Frascos de cristal de boca ancha y tapas de roscas de 16 onzas.
Impresos.
Mucílago para sellar las muestras.

Las muestras se analizan según los métodos oficiales implantados por la Asociación de Químicos Agrícolas de los Estados Unidos. De cada lote de abono se toman cuatro muestras: una para el comprador, otra para el vendedor, otra para la oficina del Comisionado y otra para el laboratorio. En caso de deficiencia en uno o más de los ingredientes garantizados, se le notifica al fabricante o vendedor de tal deficiencia y se le conceden 10 días para que pueda rectificar su análisis.

A cada comprador de abono se le extiende un certificado de análisis, el que lleva la firma del Jefe Químico para Abonos y la del Comisionado de Agricultura y Trabajo.

El Papel de la Potasa en los Abonos de Caña

Por *Otto Hach*,
De la Firma N. V. Potash Export, San Juan, P. R.

El fin que se persigue al sembrar caña es producir económicamente la mayor cantidad de jugo del contenido más alto de sucrosa.

Para obtenerlo el eugenista vegetal produce variedades, mejorando las características hereditarias y el agricultor busca el desarrollo máximo de tales características. Entre los medios a su alcance para obtenerlo, los abonos químicos son uno de los más importantes.

Es una particularidad de la caña que podemos mejorar sus características hereditarias solamente por el cruzamiento. Mediante selección de trozos para semilla obtenemos solamente una germinación vigorosa. Si por ejemplo elegimos para semilla los tallos más gruesos de un campo de caña, las cañas que nacen serán solamente tan gruesas como queda justificado por el medio de crecimiento que les procuramos, pero no serán más gruesas que tallos nacidos de semillas más delgadas, cultivadas bajo las mismas condiciones. Muchas plantas, especialmente árboles frutales, se portan de modo diferente; Luther Burbank se hizo famoso por sus creaciones de frutas, obteniendo variaciones de tamaños y colores como producto de selección de semilla de una y la misma variedad.

También por selección de semilla ha sido posible subir el contenido de azúcar en la remolacha por 400 por ciento en un período de 150 años, o sea de un contenido de 5 por ciento a 25 por ciento de azúcar. Un acre produjo por término medio en 1812 seis toneladas de remolacha con un contenido de azúcar de 600 libras y en 1912 catorce toneladas con 4,200 libras de azúcar. En la caña el contenido de azúcar ha sido casi estacionario desde tiempo inmemorial entre 14 y 16 por ciento y el cruzamiento de variedades ha dado por resultado solamente un aumento de unos pocos porcientos.

Esto explica por qué nuestro azúcar de caña podrá únicamente competir con el de la remolacha en el mercado mundial del futuro, si proveemos el mejor medio de vivir a las variedades mejor adaptadas a nuestros suelos y condiciones climatológicas. La fertilización y en ella la potasa, son factores importantes para proveer este medio.

Hasta recientemente la potasa no había recibido la misma atención como el nitrógeno y el ácido fosfórico por el único motivo que no se puede explicar bien el papel que ella juega en el crecimiento de la planta y por lo tanto se consideraba sin importancia. Nitrógeno y ácido fosfórico entran en la composición química de los albuminoides y por lo mismo su presencia en la planta se explica fácilmente. La potasa, aún absolutamente indispensable para la formación de hidratos de carbón, no está contenida en su composición química y de ahí resulta la dificultad de explicar su necesidad. Aun en nuestros días los científicos no han podido aclarar completamente el papel que la potasa juega, pero como mucho más es sabido del modo de funcionar de los otros dos elementos, el mayor interés de los investigadores está actualmente concentrado en la potasa.

El objeto del presente papel no es de demostrar "por qué" la potasa funciona, sino hacer un resumen de los efectos que ella ejerce en la caña y de llegar a algunas conclusiones sobre el modo más apropiado de usarla.

Tenemos que considerar el efecto de la potasa en el jugo de la caña, en el crecimiento de la planta de caña y en el suelo en que la caña crece.

Es un hecho aceptado generalmente que la potasa aumenta el contenido de sucrosa en el jugo de la caña de azúcar, pero no es siempre fácil comprobar este hecho, porque hay otros factores que influyen en el contenido de sucrosa más que la potasa y éstos son las condiciones meteorológicas o en otras palabras el estado de tiempo durante el período de crecimiento. En todos los países productores de caña de azúcar tenemos años de una extracción de azúcar relativamente alta y otros años de una extracción baja, y esto invariablemente igual para todas las cañas molidas de un mismo distrito. Un molino que aumentara sus aplicaciones de potasa en determinado año, podría aún obtener una extracción más baja que la del año anterior, si en aquél las condiciones climatológicas eran más favorables. El único efecto que se obtendría en tal caso de la aplicación más fuerte de potasa sería que evitaría que la cifra de extracción bajara todavía más de lo que efectivamente bajó aunque la potasa no podría contrabalancear el efecto de las condiciones del tiempo adverso.

En experimentos con parcelas comparativas de diferentes abonos, el efecto de la potasa resulta bastante pronunciado. El informe anual para 1927–28 de la Estación Experimental de Río Piedras, contiene resultados que demuestran el contenido más alto de sucrosa para caña de planta en la parcela que recibió solamente potasa y ésta a razón de 150 libras por cuerda. Para los retoños del año siguiente, la mayor sucrosa se obtuvo donde se aplicaron los tres elementos en la proporción 60–60–150 libras por cuerda. La pureza de los jugos era más influída por el ácido fosfórico; en la caña planta 150 libras de ácido fosfórico sólo, dieron la pureza más alta y en los retoños la aplicación 60–150–60.

Es interesante observar cómo en el primer año cada material por sí solo tuvo el mayor efecto y que en el segundo año el efecto máximo se produjo en las parcelas que habían recibido abono completo, aunque otra vez la fórmula con más potasa produjo la máxima sucrosa y la de más ácido fosfórico la mayor pureza. Parece que en el primer año se encontró todavía cierta cantidad de los tres elementos en el suelo, pero que ya en el segundo año la caña había dispuesto de ella en tal grado que se necesitaba un abono completo para producir máximos efectos. Queda demostrado con esto la íntima relación que existe entre los tres elementos y que si hablamos del efecto de uno de ellos, siempre debemos entender que consideramos su efecto en presencia de los otros dos.

En la planta el efecto de la potasa se produce tanto en los tallos como en las hojas.

Ya dijimos que la potasa es indispensable para la formación de hidratos de carbón, y como tanto el almidón, como todos los azúcares, son hidratos de carbón, es evidente que las plantas que almacenan estos productos como reservas de alimentación deben ser sobre todo consumidores de potasa. Esto es el caso tanto con la caña y la remolacha como productores de azúcar, como con la papa como productor de almidón.

Pero antes que cualquier planta forme reservas de alimentos, debe edificar su propio cuerpo y a este fin otro hidrato de carbón está producido en la planta, la celulosa, un material del cual principalmente las paredes de las células están formadas. Parece lógico que si alimentamos la caña con mucho nitrógeno para asegurar su crecimiento rápido y ella encuentra solamente una cantidad muy limitada de potasa aprovechable en el suelo, esta última será usada para abastecer la parte creciente de la caña, con material para la formación de tejidos celulares, antes de depositar ninguna cantidad como alimento de reserva en el tallo. Este es el motivo verdadero por qué nitrógeno, dado en exceso, reduce el contenido de azúcar en los tallos, porque hasta la sucrosa ya depositada en ellos puede ser transformada en celulosa si el crecimiento rápido del tallo así lo requiere.

La mayoría de los tallos de un plantón de caña existe ya al finalizar los primeros sesenta días, y es en esta época que la potasa forma únicamente celulosa. La grosura de la caña madura, aunque dependa también de otras circunstancias, guarda cierta relación con la cantidad de potasa aprovechable a esta época temprana de su crecimiento, porque la caña es un monocotiledón, es decir pertenece a una orden de plantas que no aumentan la circunferencia de sus tallos por formación de células adicionales después de haber obtenido su crecimiento primario, por cuyo motivo es de mayor importancia procurar que éste sea lo más vigoroso desde su comienzo. La primera vez después de mi llegada a Puerto Rico, que mi atención fué llamada a un efecto pronunciado de potasa, fué por un señor en Carolina que me demostró un campo de la Variedad B.H. 10/12 abonado temprano, con un abono mezclado que contenía 10 por ciento de potasa. Esta caña era de un tallo tan grueso que muchos que la vieron no quisieron creer que se trataba de semilla corriente de variedad B.H. 10/12.

Las hojas de las plantas son llamadas sus pulmones, pero las hojas de las plantas que producen azúcar son al mismo tiempo el laboratorio, donde los hidratos de carbón en sus diferentes formas, son producidos para ser llevados de ahí a los lugares de depósito, como son el tallo en la caña y las raíces en la remolacha. Sabemos que la luz solar juega un papel importante en la transformación de ácido carbónico, y agua en hidratos de carbón, pero todavía no está bien aclarado el papel que la potasa juega en este proceso químico. Una teoría ha sido formada recientemente según la cual el átomo de potasa tiene la facultad de absorber energía solar bajo la influencia de la luz solar y esta circunstancia la habilita a producir transformaciones químicas como la formación de hidratos de carbón dentro de la planta.

Una relación directa entre el efecto de la luz solar y el de la potasa, observó Sir John Russell en los famosos experimentos de Rothamsted con papas, como productores de hidrato de carbón en forma de almidón. La diferencia entre un año de muchas horas de luz solar y otro de pocas horas, era en una parcela con poca potasa 300 por ciento en el rendimiento a favor del año de mucha luz solar, y en otra parcela con mucha potasa solamente 26 por ciento a favor del mismo año. La conclusión a que llega Sir John Russell es que en la parcela con mucha potasa, la diferencia entre los años era tanto menos porque la luz solar no hizo falta, habiéndola substituído aparentemente la potasa en lo que a la formación de hidratos de carbón se refiere.

La misma autoridad dice "un efecto franco de la fertilización con potasa, es que demuestra un aumento muy pronunciado en la efectividad de la hoja como órgano de asimilación de ácido fosfórico". Hablando de remolachas, dice que en la parcela que recibió potasa, un peso dado en hojas produjo bastante más raíces que el mismo peso de hojas de una parcela que no había recibido potasa. Durante cuatro años la relación entre el peso de las hojas y el de las raíces era, si potasa no era dada, 1 a 2, pero donde potasa había sido aplicada, cada quintal de hojas produjo cuatro de raíces. Es de suponerse que existe una relación similar entre la efectividad de la hoja de la caña y el peso del tallo como depósito de sus azúcares, como existe entre la hoja y las raíces de la remolacha, y lo que debemos deducir es que si producimos hojas mayormente mediante el uso de nitrógeno, la efectividad de estas hojas como productores de azúcar, la obtenemos por la potasa.

El efecto de la potasa en las plantas ha sido comparado con el efecto de un tónico en el cuerpo humano, y se explica mediante una teoría que considera que el potasio goza de una radiación, que aunque mucho más débil que la del metal radium, ejerce un efecto estimulante en el crecimiento de las plantas. Esta teoría explica por qué la potasa hace las plantas más resistentes contra ciertas enfermedades. Nadie menos que el profesor Earl llama nuestra atención en su último libro sobre la caña, al efecto beneficioso que se obtiene de una fertilización fuerte en campos que son expuestos al Mosaico. Sobre todo en las enfermedades fungosas el efecto de la potasa es muy marcado. El *eye-spot*, por ejemplo, es una de ellas, aunque no muy dañino en Puerto Rico. No se sabe si la potasa tiene el efecto de evitar estas enfermedades o solamente neutraliza el efecto de dosis excesivas de nitrógeno que son muy propensas a producir esta enfermedad, más cuando son aplicados en la época de mucha humedad. Una mata fuerte, sana y vigorosa es siempre más resistente contra cualquier enfermedad que una mata débil. y si bien la potasa no es una panacea contra toda clase de males en la caña, la estimulación a un crecimiento vigoroso tiende a prevenir muchas enfermedades y reducir el efecto de otras a un mínimo.

Hay otro efecto de la potasa en la caña que tal vez no es de aplicación local. En las Islas Hawaii se ha encontrado algunos años atrás, que en ciertas tierras ricas en aluminio, el crecimiento de la caña era impedido por acumulaciones aluminosas en los internodios del tallo, pero aplicaciones bien fuertes de potasa tuvieron un efecto disolvente sobre estas acumulaciones, dando lugar a que la savia pasara libremente por todo el tallo. El mismo efecto fué descubierto en maizales de los Estados Unidos, que eran afectados por acumulaciones de hierro en sus tallos y actualmente se está investigando en Cuba si las tierras coloradas, profundas, que igualmente son muy ricas en hierro, producen el mismo efecto en la caña y si se puede vencer este efecto dañino con aplicaciones más fuertes de potasa que las usuales.

Hemos visto que el efecto de la potasa en la caña es múltiple y debemos hacernos la pregunta si nuestra caña recibe el provecho que se pudiera sacar de ella, ya sea por su existencia en nuestros suelos, ya sea por las aplicaciones que damos de abonos químicos. Tres puntos son primordiales: Debe haber bastante potasa en el suelo en estado aprovechable para la planta, debe estar en la tierra en la época que la caña más la necesita, y debe estar en proporción bien balanceada con los otros dos elementos: nitrógeno y ácido fosfórico.

Sabemos que ningún suelo sembrado de 50 hasta 100 años de caña contiene suficiente cantidad aprovechable de cualquiera de los tres elementos para satisfacer la demanda que hace este exigente comedor al suelo, y que si queremos obtener resultados remunerativos, debemos devolver al suelo los tres elementos en más o menos la misma proporción en que son absorbidos por la caña.

En este sentido la práctica muy común en Puerto Rico de dar 400 libras de un abono mezclado de la fórmula 12–6–5 más 400 libras sulfato de amoníaco, o sean 148 libras amoníaco, 24 libras ácido fosfórico y 20 libras potasa, no puede ser considerado como aplicación bien balanceada entre los tres elementos.

La Estación Experimental de Río Piedras ha hecho un número de experimentos en diferentes suelos y aunque el último informe anual publicado contiene solamente conclusiones provisionales, los resultados obtenidos dejan ver que estamos en el camino para comprender mejor las necesidades de nuestros suelos y de la caña.

El informe dice: "Aunque las parcelas recibiendo aplicaciones más altas de nitrógeno dieron rendimientos más altos, la mezcla más remunerativa en los tres experimentos tanto para caña de planta como de retoño parece ser una que da 80 libras amoníaco, 30 libras ácido fosfórico y 120 libras potasa por cuerda.

Con una aplicación de 24 libras ácido fosfórico, derivadas de 400 libras de una mezcla, conteniendo 6 por ciento ácido fosfórico, no estamos muy lejos de lo recomendado por la Estación Experimental, pero nuestra práctica actual referente a amoníaco y potasa difiere mucho de lo recomendado.

Dando una aplicación de 400 libras 12–6–5 más 400 libras sulfato de amoníaco por cuerda usamos:

592 libras sulfato de amoníaco y 40 libras sulfato de potasa contra una aplicación recomendada de 320 libras de sulfato de amoníaco y 240 libras sulfato de potasa o sean 272 libras sulfato de amoníaco de más y 200 libras de sulfato de potasa de menos.

Es absolutamente imposible que la caña pueda aprovechar tal exceso de nitrógeno, ni así, si aumentaríamos la potasa en proporción dando 890 libras de sulfato de potasa por cuerda, además que una inversión tan fuerte en materias fertilizantes nunca podría ser remunerativa con los precios actuales del azúcar.

Pero a establecer una relación correcta entre el nitrógeno y la potasa es la fase más importante de nuestra futura práctica de abonar, y la obtendremos solamente, reemplazando algo del sulfato de amoníaco por sulfato de potasa. Es probable que obtendremos el mejor resultado substituyendo el uno por el otro en proporción de pesos iguales. El precio de los dos materiales por tonelada es más o menos el mismo, pero como una tonelada de potasa contiene 50 por ciento K_2O, y una tonelada de sulfato de amoníaco contiene solamente 25 por ciento de NH_3, doblaríamos las unidades de materia nutritiva sin ningún costo extra.

Este procedimiento parece tanto más justificado si tenemos presente

que una tonelada de caña remueve casi 6 libras de potasa del suelo, lo que equivale a que una cosecha de 30 toneladas removería casi 180 libras por cuerda y año, y como la mayoría de nuestras tierras se siembran de caña ya por lo menos 50 años, resultaría que en tal época hubiéramos llevado de cada cuerda no menos de 9,000 libras de potasa de la cual hemos devuelto en los últimos 20 años que comprenden la época que hemos usado abonos químicos, 400 libras o sea que cada cuerda tenga ahora más de 8,500 libras de potasa menos que tuvo 50 años pasados.

Es sabido que se debe dar más nitrógeno al suelo de lo que la caña absorbe normalmente, porque hay que tener presente la gran parte que se pierde por filtración. Menos sabido es que también de la potasa, la caña ni aprovecha la mitad de la que se le aplica.

Tanto el sulfato como el muriato de potasa son sales que se disuelven tan pronto como se pongan en contacto con la humedad del suelo de donde las raíces de la caña las absorben con facilidad. Es entonces cuando la potasa produce su máximo efecto, pero muy pronto es absorbida por silicatos coloidiales, llamados zeolitos, los que evitan que la potasa se pierda por filtración igual al nitrógeno. Empieza entonces una lucha entre las raíces, que tratan de absorber la potasa y los zeolitos que mediante su poder de absorción tratan de quedarse con la potasa y como la afinidad de los zeolitos para la potasa es tanto más fuerte, menos potasa que tengan absorbida, encontramos que las raíces se ven prácticamente imposibilitadas a aprovechar más potasa, si año tras año devolvemos menos cantidad al suelo que la absorbida por la caña. Se ha dicho y con sobrada razón, que si con amoníaco alimentamos la planta con potasa alimentamos primero el suelo y solamente en segundo término la mata.

El fenómeno de la absorción de la potasa por los zeolitos, explica por qué muchas veces no obtenemos ningún efecto en los primeros años de usar potasa. Sencillamente no llegamos más allá de alimentar el suelo y la planta no aprovecha nada de la potasa dada. Aun aumentando las aplicaciones un poco más puede resultar la misma cosa y sucede con demasiada frecuencia, que la falta de resultados positivos convence al agricultor que no necesita potasa, cuando el hecho es que necesita más potasa.

A este respecto el señor Moir hizo unas declaraciones muy interesantes en la Asamblea de Técnicos Azucareros Internacionales en 1927 en la Habana, cuando habló de sus experiencias en las Islas Hawaii:

"Muy a nuestra sorpresa, parcelas que no respondieron a aplicaciones de 100 a 150 libras K_2O nos dieron un aumento de tonelada y media en azúcar por acre por una aplicación de 500 libras. Parcelas donde 100 a 150 libras habían sido aplicadas habían dado aún una merma en rendimiento, pero cuando se aumentó la cantidad de potasa obtuvimos un aumento en rendimiento de azúcar y en la calidad de los jugos. Encontramos que en muchos de estos suelos que son deficientes en potasa, no solamente obtuvimos un aumento en tonelaje de azúcar, pero obtuvimos también una calidad de jugos muy superior por su pureza y brix más alta."

En tierras arenosas que contienen menos zeolitos que las arcillosas, se obtienen frecuentemente mejores resultados que en las últimas lo que se explica fácilmente, porque si hay menos zeolitos, resulta que les toca mayor cantidad de potasa y habiendo absorbido más, también la sueltan con más facilidad a las raíces. Pero si damos a las tierras arcillosas mayores aplicaciones de potasa en proporción a su mayor número de zeolitos, siempre obtendremos cosechas mayores de los suelos arcillosos porque su composición física es superior a la de los suelos arenosos.

Dijimos que la potasa entra primeramente en la solución del suelo y que las raíces de la caña la absorben de allí con gran facilidad. El ideal sería entonces dar la potasa en dosis pequeñas con mucha frecuencia, para que siempre se encontrase en la solución del suelo en suficiente cantidad y de este modo nos evitaríamos la necesidad de alimentar los zeolitos también. Por mala suerte esto no es posible, porque no podemos hacer muchas aplicaciones tanto por motivos económicos como por la imposibilidad técnica de aplicar abonos una vez que la caña ha cerrado.

Pero lo que podríamos y lo que deberíamos hacer es esto: Cada vez que damos la aplicación de sulfato de amoníaco deberíamos aplicar al mismo tiempo potasa, además de la que hemos dado en el abono mixto. No hay ningún motivo para no hacer esto y el efecto es seguro. En verdad esta práctica de dar segundas y hasta terceras aplicaciones de nitrógeno y potasa se está generalizando rápidamente en los Estados Unidos en toda clase de cosechas con muy buenos resultados en algodón, papas, tabaco y en una palabra, en todas las cosechas que como la caña consumen mucha potasa. En el Hawaii ya hay plantaciones que aplican la potasa en dos y hasta en tres aplicaciones.

No hay realmente motivo por qué la práctica de abonar caña sea tan diferente en diferentes países. En suelos que han producido caña año tras año se trata de devolver al suelo lo que se remueve por la cosecha sin tomar en cuenta la fertilidad original del suelo y creo que por ejemplo la práctica de abonar caña en Puerto Rico y Cuba será casi idéntica en un futuro no muy lejano. Nosotros daremos menos nitrógeno y más potasa y tal vez un poco más de ácido fosfórico y ellos darán más nitrógeno y potasa, y menos ácido fosfórico.

La tendencia en la mayoría de los experimentos con fertilizantes que se han inaugurado en el curso de este año, tanto por las Estaciones Experimentales como por centrales individuales, demuestran que nos damos cuenta ya, que la potasa juega un papel más importante de lo que se le había concedido hasta ahora y espero que mi discurso haya contribuido a explicar por qué es así.

Un Poco de Historia Sobre Variedades de Caña en Puerto Rico

Por *Pedro Richardson*

Agrónomo, Estación Experimental Insular, Río Piedras, P. R.

La industria azucarera es la base fundamental en la vida de nuestro pueblo como país civilizado y progresista. Esta aseveración queda comprobada en el hecho de que cada vez que nuestra industria sufre algún revés, la vida comercial de la Isla entera también sufre en proporción directa con el mal, y por el contrario, cuando tenemos buenas cosechas y somos favorecidos por buenos precios, el país goza de prosperidad en general, y es por esto que nuestra principal industria ha requerido desde antaño la atención preferente y estudio de nuestros hombres de ciencia, negocio y gobierno.

Hoy día que la industria azucarera se encuentra sumida en una crisis he creído oportuno repasar la historia para refrescar la mente y ver en qué forma similares situaciones fueron resueltas en otras épocas.

A principios de la era cristiana los árabes trajeron la caña de azúcar de la India al Mediterráneo. Según Noel Deerr, en el año 1000 A. C. ya había en la parte sur de España una próspera industria azucarera. La historia nos cuenta que el Descubridor trajo semilla de caña en su segundo viaje (1493) a la Española (Santo Domingo), mas, se supone que esta tentativa fracasó. Sin embargo, se sabe de cierto que en 1507 existían plantaciones de caña en Quisqueya y de allá se distribuyó a Cuba, Puerto Rico y otras de las Indias Occidentales. Todo este movimiento en caña, tanto en Europa como en este hemisferio, era de una sola variedad que ha sido identificada por Noel Deerr como caña "Puri" (2). Luego cuando se empezó a importar otras variedades los plantadores le dieron el nombre de "Caña del País" o "Creole". Esta es una caña de canutos cortos, más bien fina, de un color verde claro, de bajo tonelaje, pero ricos jugos. Es blanda, cualidad ésta muy preciada, toda vez que en aquella época los molinos no eran tan eficientes como los de hoy día. López Domínguez en su "Origen y Desarrollo de la Industria Azucarera en Puerto Rico", nos dice que: "Al finalizar el siglo XVIII la industria apareció estancada y sin posibilidad de desarrollo. Los molinos entonces en uso ofrecían muy poco rendimiento. Las prácticas agrícolas eran muy deficientes y la caña Creole, la única conocida en aquellos días había degenerado". Al finalizar el siglo XVII la caña Otahiti, Bourbon o Blanca fué introducida y rápidamente propagada y a ello se debió en gran parte el nuevo desarrollo de la industria en la primera mitad del siglo XIX. A principios de la segunda mitad de dicho siglo se introdujeron otras variedades procedentes de las vecinas Antillas, especialmente Martinica y Guadalupe. Entre estas variedades están la Morada (Violet), Alistada o Rayada (Striped) y la Cristalina (White transparent) y otras más.

El 1872 es una fecha importante en los anales de la Industria Azucarera de Puerto Rico, pues en este año se informó oficialmente la presencia de una enfermedad de la caña existente en el cuarto departamento (parte oeste de la Isla) que estaba mermando considerablemente la producción. A ella se debe que por primera vez se concentrara la atención en la importancia de las variedades de caña. La Diputación Provincial nombró una comisión para el estudio de esta enfermedad, compuesta por Doctores Grivot Grand Court, Agustín Stahl y Lcdo. José Julián Acosta. Esta comisión manifestó en memorial rendido después de una cuidadosa investigación que se hallaban en la imposibilidad de determinar con precisión el origen del mal. No obstante, hizo constar como parte de sus observaciones el hecho de que las plantaciones (aunque de pequeñas áreas) de Morada, Alistada y Cristalina eran de mayor resistencia a la enfermedad que la Otahiti, la cual consideraban demasiado susceptible. Basándose en estas observaciones los agricultores importaron de las Antillas vecinas (Trinidad, Guadalupe y Martinica) nuevas variedades y ya en el 1887 semilla de las siguientes cosechadas por el Dr. Stahl, se ofrecían en venta, en la Revista de Agricultura: Otahiti, Creole, Malabar, Cristalina, Imperial del Brasil, Calancana, Palo Rojo Claro, Reina Caledonia, Salangore rayada, Salangore blanca, Salangore roja, Cavangerie, Tamarin Gigante, Saconi, Kahoe y Lajaina. A éstas debemos agregar la Bambú Rosada, Bambú Rosada de rayas Moradas, Diard Lousier, Penang, Rosada-Morada y verde, Zic-Zac que mencionó el Dr. Stahl en su informe sobre la enfermedad.

En 1895 el Agrónomo, don Fernando López Tuero, Director entonces de la Estación Experimental fundada por el Gobierno Español en la finca "Las Monjas", Hato-Rey, publicó un libro titulado "Caña de Azúcar" en el que reseñaba las cualidades de unas 22 variedades de caña en cultivo y éstas comprendían las ya mencionadas por Stahl y la Bengala, Giungham y Polvo de Oro.

Hasta aquí la historia a grandes rasgos de las variedades de caña en Puerto Rico, durante la dominación española. De estas variedades apenas si quedan en cultivo dos o tres y se las encuentra mezclada con nuestras actuales variedades comerciales. Como consecuencia el haber sido Puerto Rico beneficiado con la protección tarifaria al pasar la dominación americana, la industria cobró nuevos bríos y se empezaron a establecer nuevos y mejores ingenios y las plantaciones fueron mejor atendi-

(2)—Inter. Sug. Jour. 1928, p. 11.

das. La Estación Agronómica de Mayagüez fué establecida, y a iniciativas del Sr. D. W. May, director de esta Institución se comenzó a importar variedades de otros países azucareros y tenemos que en 1904 esta Estación importó de Andubon Park, Luisiana, las siguientes variedades: D–74, D–95, D–117, T–77, B–437, Luisiana Purple, Luisiana Striped, Tibboo Mird, White Bamboo y Rosa Bamboo. De cuando en cuando dicha estación recibía nuevas cañas de Argentina, Demerara, Barbados, Java y otros países azucareros.

Los nombres de Sewall, Marr, Murphy y May se encontrarán en casi todas las publicaciones sobre importación de variedades de caña de aquella época.

Mr. Harold J. Sewall, rico colono de Naguabo, importó (1909) de Antigua, B. W. I., un grupo de cañas nuevas de entre las cuales algunas llegaron a ser muy populares por sus buenas cualidades; estas cañas fueron las siguientes: D–109, Sealey Seedling, B–109, B–156 y B–4596; en 1911 las B–1529, B–4507, B–6436, D–848, D–1111 y St. Kitt Seedling. A Mr. D. W. May se debe el crédito de haber introducido de Luisiana la Caledonia Amarilla (él la recibió bajo el nombre de Rosa Bamboo y luego Earle la identificó como Caledonia Amarilla) que tan buenos resultados dió en aquella época en la parte este y oeste de la Isla. Hoy día esta variedad sólo existe, y en muy poca cantidad, en la zona de Naguabo.

En 1908 la Guánica Central obtuvo los servicios del Sr. Charles T. Murphy, de Barbados. Mr. Murphy dió comienzo al trabajo de producir nuevas cañas por medio de cruce y además introdujo un buen número de variedades procedentes de Barbados entre las cuales están la B–3412, B–3405, B–376 que llegaron a dar muy buenos resultados sobre todo en terrenos ligeramente accidentados. Desgraciadamente el Sr. Murphy murió, pero sus sucesores los Sres. H. Bourne y E. H. Barrow siguieron su trabajo y de cuando en cuando al leer los récords de cañas nos tropezamos con importaciones hechas por estos caballeros.

La Central Canóvanas, por conducto de su Superintendente, Sr. Marr, también hizo algunas importaciones y no es raro encontrar algunas de estas cañas mezcladas en las plantaciones de la costa norte.

En el 1911 la Central Mercedita de Ponce, importó de Barbados las siguientes variedades: B–1809, B–3750, B–3859, B–6293, B–6341, B–6835, B–7169, B–7245, B–8660 y Diamond–185.

Del 1910 al 1911 los productores de azúcar de Puerto Rico establecieron una Estación Experimental en Río Piedras para hacer investigaciones sobre el cultivo de la caña. En 1914 la Asociación de Productores de Azúcar traspasó dicha Estación al Gobierno de Puerto Rico haciéndose cargo de ella el Board de Agricultura hasta que entró en vigor el Acta Jones, formando el actual Departamento de Agricultura y Trabajo, del cual es parte integrante la actual Estación Experimental Insular en Río Piedras.

Durante el período de tiempo del 1910 al 15, la Estación Experimental por conducto de sus Directores Sres. Crawley Cowgill se dedicó a propagar y estudiar las ya importadas cañas y distribuir semillas a los sembradores; también hicieron algunas importaciones de Barbados, Demerara y Luisiana.

El año de 1915 es otra fecha memorable en los anales de la industria azucarera de Puerto Rico, pues en este año hizo su aparición en nuestros cañaverales la enfermedad conocida como matizado de la caña. La aparición de esta enfermedad nos obligó a prestar más atención al problema de variedades y fué entonces que el Prof. Earle descubrió la gran bondad de la caña Uba, de ser inmune al matizado. En los siguientes tres años se hicieron importaciones de las famosas POJ de tipo fino que llegaron a ocupar grandes extensiones de terreno en el oeste y norte de la Isla. De éstas, la POJ–36, 105 (conocida como caña Egipcia), fueron de las más populares, debiéndose esto a que ellas eran altamente tolerantes a dicha enfermedad.

Los destrozos causados por el matizado y la gomosis, nos llevó a la conclusión, que la solución en gran parte de nuestro problema, estaba en la adopción de una variedad que resistiera los embates de estas enfermedades y al mismo tiempo fuese de buenas cualidades agrícola-industriales, y he aquí que en el 1919 la Central Guánica importó de Barbados la BH–10(12) viniendo a poder de la Estación Experimental parte de dicho cargamento. Las Centrales Mercedita de Ponce y Cambalache de Arecibo también hicieron importaciones de esta variedad. Las excelentes cualidades de esta caña son ya reconocidas y admitidas por nuestras centrales y colonos.

La Santa Cruz 12(4) hermana de la BH–10(12) es nuestra otra gran caña y fué importada en el 1918 por la Estación Agronómica de Mayagüez, de donde la obtuvo la Insular en el 1919. Estas dos cañas insuperables hasta la fecha en Puerto Rico, han sido la salvación de nuestra industria, pues reúnen cualidades agrícola-industriales difícilmente igualadas por otra variedad. Puerto Rico tiene contraída una gran deuda de gratitud con el gran viejo Bovell por la producción de estos dos nuevos tipos de caña que han venido a aumentar notablemente la capacidad productiva de azúcar por acre de nuestros campos. Hoy día estas dos cañas son las más sembradas en Puerto Rico.

En 1921 y siendo Director de nuestra Estación Experimental Insular, don Edmundo D. Colón, se importó de Hawaii vía Washington, la variedad de caña D–1135 que tan buenos resultados está dando en la parte alta, semi-montañosa de la Isla. La excelente germinación de esta caña, su buen sistema de raíces y su adaptación a terrenos ondulantes la pone entre las variedades más prometedoras para nuestra zona de medianías.

Algunos años más tarde (1924) la Estación Experimental Insular im-

portó una colección de POJ– finas de Washington que también poseían la cualidad de ser tolerantes, pero no pudieron mejorar comercialmente a la POJ–36, por lo que nunca se llegaron a sembrar en gran escala. Entre éstas están las POJ–228, 234, 826, 979, 1228, 1499, 2221 y 2379. Estas cañas finas de Java han cumplido su misión en Puerto Rico y dentro de dos años apenas si quedará alguna que otra siembra pequeña de algunas de ellas.

En 1924 y sin saberse por quién, ni cómo, fué importada la célebre H–109 que tanto furor causó entre nuestros sembradores que dejándose llevar por los rendimientos de esta caña en Hawaii, llegaron a pagar a un (1) dólar la semilla. Esta variedad fracasó ruidosamente por su alta susceptibilidad a la goma y al matizado. El fracaso tenido por algunos sembradores con esta caña debe servir de saludable ejemplo y lección a nuestros agricultores en general y en lo sucesivo mostrarse más conservadores y no propagar en gran escala una nueva variedad de caña a la cual nuestras autoridades cuarentenarias y de experimentación no hayan dado su visto bueno. Sirva este caso también para poner de manifiesto la gran necesidad que tenemos de una estación y leyes cuarentenarias para la importación de semillas de otros países.

En este mismo año se importó por la Estación Experimental Insular (cortesía del Dr. Cross, Director de la Estación Experimental de Tucumán), una colección de cañas de Tucumán, Argentina, entre las cuales vinieron las Tuc–439, 444, 454, 472; fueron sometidas a experimentación, mas ninguna de ellas dió un rendimiento que justificase su siembra en gran escala. Las conservamos en nuestra colección de variedades.

El año 1924 fué muy prolífico en importación de nuevas cañas, pues además de las ya nombradas en este año, la Estación Experimental Insular obtuvo semilla de la POJ–2714 de la Estación Experimental de Tucumán, Argentina. Esta caña a pesar del tiempo que hace que la tenemos, muy poco de ella sabemos por no haberse sometido a experimentación hasta el presente año en que será debidamente observada.

La POJ–2725 célebre y muy conocida entre nuestros agricultores fué también obtenida en este año por nosotros de la Estación de Mayagüez y ésta a su vez de Tucumán. Esta caña a pesar de su inconveniencia por su temprano aguajanar está llenando su cometido en las zonas de mucho mosaico y de terreno pobre, supliendo de caña a la fábrica para las primeras semanas de molienda.

Además de estas cañas en este mismo año recibió la Estación Experimental Insular, de Barbados, y por cortesía otra vez del Dr. Bovell, una magnífica colección de variedades formada por los números Ba–11569, Ba–12079, Ba–11403, Ba–8409, B–475, B–381, B–119, B–117, B–39 y B–417. Esta última nos vino muy encomendada en el sentido de producir muy ricos jugos, alto tonelaje y resistencia a sequías. Todas estas cañas fueron sometidas a pruebas experimentales. La B–417 ha sido de las más prometedoras (según las pruebas preliminares) y con ella tenemos unos cuantos experimentos para probar su tonelaje de caña y azúcar por acre. Por cortesía de Sir John B. Harrison, Director de Agricultura de la Guayana Inglesa, obtuvo la Estación Experimental Insular durante este mismo año de 1924, las D–419, D–436, D–689 y D–695, las cuales fueron propagadas en nuestros viveros. Fueron más tarde descartadas como cañas comerciales por su muy alta susceptibilidad al matizado.

De Jamaica obtuvo el Sr. R. Menéndez Ramos entonces, Director de la Estación Experimental Insular, la J–72 que diera muy buenos resultados allá pero que acá, demostró ser una muy fácil víctima del mosaico.

En mayo de 1924, el Dr. E. W. Brandes del Departamento Federal de Agricultura obsequió a nuestra Estación con algunas semillas de las variedades S.P.I.–33243 y Kassoer, caña esta última de un gran desarrollo pero sin valor comercial alguno por su muy pobre jugo; pero de gran aprecio para fines de cruzamiento en lo que la estamos usando.

Las prolongadas sequías de la parte suroeste de nuestra Isla donde no hay riego y donde los suelos son algo áridos, es un problema serio, por lo que en 1925 hizo nuestra Estación importaciones de las afamadas cañas Coimbatore, reputadas como muy tolerantes a las sequías. Las variedades Co–210, 213, y 214 fueron obtenidas por cortesía del Sr. T. S. Venkatramen, experto cañavelero de la India. La Co–281 fué obtenida en septiembre del 1925 por cortesía del Prof. Earle de Cuba. Estas cañas están siendo sometidas a experimentación en nuestras zonas secas semiáridas y de entre ellas la Co–213 es la más prometedora. La Co–281 está demostrando ser una caña de mucho tonelaje y muy precoz en madurar, mas no tolera las fuertes sequías tan bien como Co–213. Un número de las más prometedoras cañas cubanas fueron también importadas durante el 1925 entre las que vinieron la C–35, C–46, C–768 y CH–64(21). Las tres primeras son de tipo grueso y la última un cruce entre Uba y D–74. Estas cañas no pudieron competir con nuestras variedades "standard" por ser de más pobres jugos y no fueron propagadas. Personalmente vi la C–768 en los terrenos colorados de Cuba y su tonelaje era algo extraordinario.

Las importaciones del 1925 fueron enriquecidas por un grupo de cañas de tipo fino, recibidas del Bureau of Plant Industry, Cairo, Georgia, por cortesía del Dr. Yoder. Estas cañas no nos fueron de uso comercial por ser poco más o menos iguales a la caña Kavangerie conocida por Japonesa, que fué muy propagada a raíz de la aparición del matizado. Las conservamos en nuestra colección de variedades.

En Octubre del 1927 la Estación Experimental Insular recibió de Washington, tres semillas de la renombrada caña Javanesa POJ–2878.

La Estación Agronómica de Mayagüez, la importó mucho antes directamente de Java. Mucho se ha hablado y escrito sobre esta nueva variedad, pero debo anotar dos cualidades recientemente observadas en el debe de esta caña y son: 1º. que aguajana temprano (ha sido vista con guajana a los 5 y 9 meses) mas no tan profusamente como su hermana la POJ–2725, y 2º. que las cepas una vez adquieren alguna altura se caen fácilmente con una ligera brisa. Observé muchos de estos casos en la costa sur y la causa aparentemente está en lo superficial de su sistema de raíces y la formación erecta de la cepa. Estas dos cualidades son muy importantes en el cultivo de esta caña sobre todo en la costa sur, donde el terreno, ya algo suelto se moja con riego y al menor soplo las cepas se caen al suelo. Con la introducción de esta nueva variedad coincidió la aparición en Puerto Rico de la enfermedad conocida por Pokkah Boeng a la cual son muy susceptibles las cañas Javanesas de tipo grueso.

Durante el 1928 se hicieron por la Estación Experimental varias importaciones de caña, una de Washington, la POJ–2883 muy alabada por los récords de Java y la G–119 de la Guadalupe F. W. I. Los récords de la Estación Agronómica de Guadalupe nos hablan muy bien de la G–119 como la única variedad que bajo sus condiciones mejoró el rendimiento de la BH–10(12). Ambas variedades las estamos propagando para en la primavera del 1930 someterla a experimentación comparativa con nuestras variedades *standard* y así conocer su *status* bajo nuestras condiciones de clima, suelo y enfermedades.

A fines del 1928 importamos una colección de variedades de Tucumán, Argentina, todas de tipo fino (Tuc–362, 293, 407 y 450) que las estamos propagando en nuestros viveros para el futuro probarlas al igual que las otras.

En el corriente año, mes de abril, recibimos de Washington la POJ–2727 hermana de la POJ–2725 que viene reputada como propia para terrenos accidentados o compactos y apenas susceptible al matizado. También la estamos propagando.

En mayo recibimos de Tucumán las variedades, Tuc–156, 617, 650, 917, 1198 y 2002, todas de tipo fino.

En junio nos enviaron de la Guadalupe una colección muy buena compuesta de las siguientes variedades: G–115, 117, 136, 138, 140, 153, 162, 197 y 204, éstas de tipo noble y con muy buenos récords.

En el pasado mes de noviembre recibimos de Washington las D–I–52 y POJ–100, las que pensamos usar para fines de cruce.

Hasta aquí la lista por orden cronológico de nuestras importaciones de la mayoría de nuestras variedades de caña durante los últimos 400 años. Muchas de estas cañas ocuparon puestos altos en nuestros cultivos pero al igual que las modas, pasaron de época; unas víctimas de enfermedades, otras por ser de pobres jugos y la mayoría por haber sido suplantadas por cañas de mejores rendimientos agrícola-industrial bajo nuestras condiciones de clima y suelo.

Ahora bien, nuestras actividades no se han limitado a importar semillas de otros países, si que también se han producido nuevas cañas por medio del cruce. En el 1910 este trabajo se empezó en la Estación Agronómica de Mayagüez, luego Guánica, Aguirre, la Estación Experimental Insular, la Fajardo Sugar Co., y la Central Cambalache lo han practicado con más o menos éxito. Entre los *seedlings* de la Fajardo Sugar Co., ha habido algunos muy buenos y en la actualidad los números 915 y 916 son de los más prometedores. La Estación Agronómica de Mayagüez ha dedicado especial interés a esta fase del trabajo en los últimos tres o cuatro años y tiene algunas cañas muy prometedoras.

La Estación Experimental Insular ha verificado cruces en varias épocas, y algunas de estas nuevas cañas se cultivan comercialmente en Cuba y Santo Domingo con algún éxito. Aquí en Puerto Rico muy pocas de ellas se han sembrado en cantidad y luego de hacerlo han sido substituídas por cañas de mejores rendimientos y resistencia a enfermedades, como la BH–10(12) y Santa Cruz 12(4), POJ–2725, Uba, etc. De los cruces hechos en 1912 los PR–260, PR–271 y PR–292 fueron de los más prometedores. La PR–260 fué una de las favoritas en su época, preferida para los terrenos de vega donde sus rendimientos eran extraordinarios. Su alta susceptibilidad a la goma la descualificó. Los cruces hechos en 1913 fueron: PR–328, 329, 358 y 383. De éstos, la PR–328, una caña color vino y erecta fué la mejor. Se adaptaba bien a los terrenos ondulantes pero en la prueba de tonelaje de caña y azúcar por cuerda demostró ser muy inferior a la Santa Cruz 12(4). Los cruces hechos en 1914 nos dieron tal vez una de las mejores cañas de P. R. y fué la PR–433, caña ésta de muy buen crecimiento, sobre todo en los terrenos de aluvión de la costa sur, y de muy ricos jugos, pero inferior a la BH–10(12) en rendimiento de azúcar por acre. Los verificados en 1915 fueron todos inferiores; la PR–507 y 545 fueron de las mejores pero su valor como retoñadoras no era satisfactorio. La serie 700 producida en 1917 y 18 nos dió algunas cañas regulares entre las cuales se distinguieron la PR–708, 711, 721, 728 y 729. Algunas de éstas se están cultivando con éxito en Cuba.

José F. Saldaña, miembro de la Estación Experimental Insular, quien falleció el 2 de julio del 1926 tuvo a su cargo el trabajo de producir por medio de cruces nuevas variedades. Obtuvo un buen número de nuevas variedades hijas de POJ–2725 y SC–12(4); también logró nuevas cañas hijas de BH–10(12), FC–306, Cristalina y H(109). Los cruces hechos antes del 1925 fueron verificados con el solo objetivo de conseguir cañas con mejores cualidades agrícolas en general, mas el trabajo de Saldaña fué más específico porque su objetivo era conseguir un tipo de caña inmune o por lo menos altamente resistente al matizado y de ricos jugos. Estos

dos factores los tenía en las POJ–2725 y SC–12(4) de cuyo cruce tenemos las PR–801, 803, 807 y 809, cañas éstas comercialmente inmunes al matizado, de ricos jugos y excelentes condiciones agrícolas. Estas y los números 820, 826, 831, y 836, están siendo sometidas en la actualidad a experimentación en comparación con las BH–10(12), SC–12(4) y POJ–2725 para saber su *status* en relación con estas cañas y así determinar si tienen valor como cañas comerciales.

Este trabajo de nuevas variedades, importación y producción por medio de cruce, debe continuarse indefinidamente, ya que ofrece tantas posibilidades para resolver de una manera práctica algunos problemas difíciles que con frecuencia se nos presentan y que demandan solución rápida en bien del sembrador en particular, y de la industria en general. Aparte de esto, aún nos quedan grandes extensiones sembradas de viejas e inferiores variedades que no están produciendo lo que debieran, y éstas deben ser repuestas gradualmente por aquellas apropiadas para la zona. La parte agrícola de nuestra industria azucarera no podrá tal vez extenderse mucho más, ya que casi todo nuestro terreno apropiado para caña está bajo cultivo, pero sí creo que nuestra producción pueda aumentarse consiguiendo por este medio—nuevas variedades—un rendimiento de azúcar por acre más alto como el que hemos tenido en los últimos 10 años. Para probar lo antes dicho y demostrar el gran beneficio que ha recibido nuestra Isla con la importación y propagación de nuevas variedades de cañas me voy a permitir citar un párrafo del informe del Hon. Carlos E. Chardón, Comisionado de Agricultura y Trabajo en su Informe del año 1927–1928 al Hon. Gobernador de Puerto Rico, y que dice como sigue:

LA SITUACIÓN AZUCARERA Y LA COSECHA DE 1928.

"La cosecha azucarera de este año es la mas grande de nuestra historia: se produjeron 748,677 toneladas cortas. En 1927 la producción alcanzó a 629,133 toneladas y en 1926, a 603,240 toneladas. El promedio de las cuatro cosechas correspondientes a 1925–28 ha sido de 660,365 toneladas, mientras que el de los diez años anteriores fué 440,293 toneladas, que es un aumento de 50 por ciento sin que se haya aumentado el área dedicada a este cultivo. Este aumento se debe en gran parte al trabajo de selección de variedades de caña y a las medidas tan eficaces tomadas para combatir las distintas enfermedades.

"En la cosecha de 1928 la excelente precipitación pluvial contribuyó también considerablemente a que la producción fuese mayor. El Negociado del Tiempo de Estados Unidos en San Juan nos suministró las siguientes cifras:

	1926-27	1927-28
	Pulgadas	Pulgadas
Distrito Norte	64.41	92.6
Distrito Sur	42.80	48.83
Distrito Este	61 18	104.47
Distrito Oeste	82.27	99.10
Promedio para la Isla	58.90	80.38

"Es evidente que el año ha sido muy lluvioso; en algunas regiones las lluvias fueron perjudiciales a las cosechas, especialmente en el tiempo de la zafra.

"En las plantaciones de la costa sur se obtuvieron enormes rendimientos en tonelaje y azúcar por cuerda. Recibimos informes de varias plantaciones que dieron de 90 a 100 toneladas de caña por cuerda. En una pieza la producción fué 103.5 toneladas de caña por cuerda.

"En una extensión de 13,000 cuerdas la Aguirre Sugar Co. obtuvo un promedio de 6.57 toneladas de azúcar por cuerda, con caña de trece meses, lo cual representa .505 de tonelada de azúcar por cuerda al mes. Los altos rendimientos de las Islas del Hawaii se toman a menudo como *standard* de comparación con otros países productores de azúcar. La cosecha mayor de la plantación Ewa en Hawaii ha sido de 11.43 toneladas de azúcar por cuerda, pero en una base de caña de veinte meses; esto es, .571 de tonelada de azúcar por cuerda al mes, que no está muy por encima del récord establecido por Aguirre.

"El promedio de producción en el período de cinco años correspondiente a 1920-24 con la caña Cristalina fué 3.46 toneladas de azúcar por cuerda. Así pues la cosecha de Aguirre en 1928 usando la caña BH-10(12) como variedad *standard*, ha sido 90 por ciento más que la producción normal con Cristalina.

"Estos récords son representativos de un solo caso de aumento de la producción de caña en la costa sur de Puerto Rico. Se han observado aumentos similares en todo el territorio de la Fajardo Sugar Co., donde la BH–10(12) ha sobrepasado en producción a la D–433.

"Toda la costa oeste está ahora sustituyendo la Uba por las BH–10(12), SC-12(4), y las POJ–2725 y POJ–2878 están siendo distribuídas rápidamente para su propagación, por las Estaciones Federal e Insular.

"Esta sustitución de variedades de caña en Puerto Rico y sus sorprendentes efectos en la producción es uno de los más interesantes capítulos en la historia mundial de producción de azúcar.

"Con el fin de seguir de cerca los cambios futuros que puedan ocurrir en cuanto a variedades, este Departamento preparó un censo de variedades de caña para la zafra de 1928, en cooperación con todas las Centrales y la mayoría de los colonos. Se obtuvieron los siguientes informes:

	Cuerdas	Por ciento
BH-10 (12)	83,500	41.3
SC-12 (4)	38,500	19.2
Uba	33,700	11.7
Cristalina	23,500	11.6
POJ-36 y 213	13,500	6.6
D-433	12,500	6.1
D-109	3.600	1.7
FC-(caña semilleros)	2,000	0.9
Caledonia	1,710	0.8
POJ-2725	243	0.1
	202,753	100.0"

Hasta aquí las declaraciones del Sr. Chardón.

La historia nos demuestra que por más de dos veces la importación y propagación de nuevas cañas ha salvado la industria de una ruina segura. Los estragos causados por el matizado aún están latentes en nuestra memoria y, desgraciadamente, todavía tenemos zonas que están siendo castigadas por este mal.

Al hablar de estragos causados por el matizado, creo no esté demás el decir brevemente algo sobre el presente *status* de dicha enfermedad. Visto el problema bajo el punto de vista agronómico, creo esté bastante bien controlado, sobre todo en la costa sur y parte este de la Isla. La zona más afectada por esta enfermedad en la actualidad es la parte norte-central de la Isla que comprende el valle del Turabo, las jurisdicciones de Juncos, Las Piedras, San Lorenzo y Humacao. La otra más afectada es la parte norte de la Isla que abarca desde Bayamón hasta Arecibo. Una ligera inspección a estas zonas nos demostrará que aún el matizado sigue campeando en dichos plantíos de caña y que sin duda está mermando la producción. Debo hacer la salvedad

que en la jurisdicción de Arecibo se está librando una campaña muy vigorosa, combatiendo esta enfermedad, y ya no es Arecibo la zona más infestada de la Isla. La selección de semilla sana (semilleros *ad hoc*) de BH–10(12) y SC–12(4) y la siembra en gran escala de las POJ–2725 y 2878 han sido el arma de combate usada por los jefes de cultivo quienes ya están orgullosos del resultado de su obra. Las Centrales San Vicente y Constancia también están empeñadas en lucha tenaz por librar sus plantaciones de este mal. En la zona de Añasco, Mayagüez y Hormigueros aún queda matizado y quedará mientras haya POJ–36 y 213 sembrada. Esta zona fué una de las más atacadas doce años ha, pero el terreno perdido se ha ido conquistando palmo a palmo con la selección de nuevas cañas inmunes o semillas sanas.

Los sembradores de caña y jefes de cultivo de centrales de la costa norte-central, tienen ante ellos un grave problema en tratándose de combatir el matizado, y no deben dejarlo para luego, porque sería fatal. Me consta que algunos, los más listos, se han percatado de la situación y se aprestan a instalar semilleros con semillas importadas de zonas limpias y pagadas a alto precio.

La parte noroeste de la Isla que comprende la nueva zona de riego de Isabela y las jurisdicciones de Aguadilla, Aguada y Rincón han logrado dominar esta enfermedad sembrando semillas sanas y en los sitios de alta infección usando variedades inmunes No olvidemos que en esta zona es donde mayor cantidad de POJ–2725 y 2878 hay sembrada en todo Puerto Rico.

La sub-estación Experimental de Isabela ha desempeñado un papel muy importante en esta labor suministrando gratis semillas sanas de BH–10(12) y Santa Cruz 12(4) así como también POJ–2725 y 2878 a los agricultores de esta zona.

La gomosis ha desaparecido prácticamente de nuestros campos con la propagación de las BH–10(12) y SC–12(4). Sólo temo a su reaparición en aquellas zonas donde aún quedan H–109, Cristalina, Rayada, o Caña Blanca y esto, no sería de grandes consecuencias porque de estas cañas apenas si quedan un par de cien acres en toda la Isla.

En esta campaña de combatir y controlar el matizado en toda la Isla nuestra Estación Experimental Insular ha contribuído no sólo brindando al sembrador el fruto de sus observaciones en forma de consejos, sino que ha contribuído facilitando gratuitamente semillas selectas y sanas de nuestras mejores cañas. A continuación una tablita indicando la cantidad de semilla distribuída durante los últimos tres años.

Variedad	Año Fiscal — Cantidad en sacos de 100 libras aproximadas			Comentario
	1926-27	1927-28	1928-29	
BH-10 (12)	1,975	2,778	1,128	La distribución de semilla del 1927-28 fué tan subida por la gran demanda de semilla habida después del ciclón del 13 de septiembre de 1928.
SC-12 (4)	2,213	3,744	1,494	
POJ-2725	153	390	1,043	
D-1135	139	222	100	
B-1809	80	.....	.....	
D-109	60	.....	.....	
CO-281	.....	.....	47	
Total	4,620	7,134	3,813	

Desde octubre del 1928 empezó la Estación Experimental Insular a distribuir a los agricultores semilla en pequeña cantidad de la variedad POJ–2878 y hasta la fecha hemos distribuído unas 97,200 semillas a 193 solicitantes. Esta semilla al igual que las demás es completamente gratis, sólo cobramos el pequeño importe de 20 centavos por saco para sufragar gastos de corte, recorte, ensaque, y compra de sacos vacíos.

Los centros agrícolas del gobierno y los técnicos de las corporaciones deben proseguir con más bríos la campaña de selección de variedades, ya para combatir enfermedades, adaptación a suelos o substitución de viejas e inferiores por otras de mejores cualidades agrícola-industriales. A este respecto debo decir que de dos años a esta parte se nota un juicioso movimiento entre los colonos y centrales en ir substituyendo las viejas POJ–finas, Cristalina, Uba, D–433 y D–109 y Caledonia Amarilla por las BH–10(12) y SC–12(4), pues la experiencia basada sobre estadísticas de producción nos demuestra que sembrando estas dos últimas cañas aumentamos nuestros rendimientos en 1.6 toneladas de azúcar por acre. Creo de oportunidad el citar otra vez a Chardón quien dice en su informe del 1927–28 que "el área sembrada de otras cañas (según censo de variedades para la zafra del 1928) que deben sustituirse por éstas es de 80,500 cuerdas, que implicaría un aumento de 128,000 toneladas. El nuevo distrito de Isabela también añadiría 50,000 toneladas. De modo que para los cinco venideros años podemos esperar una cosecha de 927,000 y hasta quizás 1,000,000 de toneladas". Estoy de acuerdo con el Sr. Chardón sobre este particular y me adelanto a decir que esta profecía ya se está cumpliendo y de las 80,500 cuerdas por substituir ya quedarán apenas 60,000 y me aventuro a predecir que esta zafra pasará de 700,000 toneladas cortas de azúcar de acuerdo con nuestros cálculos. Un paseo por nuestras zonas cañeras nos indicará que esta saludable substitución sigue su curso, por lo que se puede augurar una mejor cosecha para el 1931. A esto debo agregar que nuestra zona semi-alta donde la BH–10(12) y SC–12(4) no se producen bien y estaban sembradas de Uba, están siendo sembradas de POJ–2725 y 2878.

A excepción de Java, ningún otro país productor de azúcar ha tenido que recurrir al trabajo intenso con variedades de caña, para salvarse, como Puerto Rico. El más o menos éxito que habremos tenido en triunfar sobre nuestros contratiempos agrícolas, la rápida transformación que ha sufrido nuestro colono de ser un sembrador chapado a la antigua, incrédulo en la ciencia agrícola-aplicada, a ser un agricultor progresista que sabe que el matizado es una calamidad y lo combate tenazmente, que cree en los abonos y que considera al técnico que le brinda consejos como un buen amigo, son lecciones que hemos aprendido al través de nuestras calamidades venidas en forma

de enfermedades, plagas, ignorancia en el cultivo y malos precios que nuestras vecinas y hermanas Cuba y Santo Domingo, deberían aprovechar.

REFERENCIAS USADAS

(1) Chardón, C. E. (1928). Informe del Comisionado de Agricultura y Trabajo al Hon. Gobernador de Puerto Rico.—P. R. 6–8, p. 158.

(2) Chardón, C. E. (1927). Introduction to Monograph of Sugar Cane Varieties by A. H. Rosenfeld.

(3) Domínguez López F. A. (1927). Origen y Desarrollo de la Industria Azucarera en Puerto Rico; en Revista de Agricultura de P. R. No. III Vol. XIX. p. 106.

(4) Domínguez López F. A. (1927). Origen y Desarrollo de la Industria Azucarera en Puerto Rico; en Revista de Agricultura de P. R. No. VI. Vol. XIX. p. 288.

(5) Domínguez López F. A. (1927). Annual Report, Insular Experiment Station, Dept. of Agriculture and Labor of Porto Rico, p. 36.

(6) Earle, F. S. (1921). Journal of Dept. of Agriculture of Porto Rico—No. 3 Vol. V. pp. 31–33.

(7) Rosenfeld, Arthur A. (1927). Journal of Dept. of Agriculture of Porto Rico (Monograph of Sugar Cane Varieties) Nos. 1–4 Vol XI (complete) P–231, p. 286, p. 299, P. 207, P. 136.

Nuevas Máquinas en la Industria Azucarera

Por *F. A. Ortiz*,
Ingeniero Químico Azucarero

En los últimos años se han estado diseñando nuevas maquinarias aplicables en la Industria Azucarera y el objeto de este papel es traer a la atención de ustedes aquellas que han logrado introducirse en Puerto Rico. Necesariamente este artículo será más bien informativo que técnico, por no haber tenido aún oportunidad de comprobar los beneficios y resultados prácticos de algunas de estas nuevas maquinarias.

Empezaré con el llenado de la caña en el campo, pues ya ustedes saben que se han diseñado varios aparatos para el corte por máquina, los cuales no han llenado los requisitos y se puede decir francamente que han fracasado. El Luce Harvester se probó en Luisiana y luego en Cuba, pero no logró cortar la caña suficientemente baja y tampoco cortaba el tope en forma conveniente. En los últimos cinco años poco o nada se ha hecho en este sentido.

Hay en el mercado varios equipos para transferir la caña del terreno o del carro de bueyes al vagón. Llamémosle al primero "Cargador de Caña". Consiste en una grúa movida por motor de gasolina con llantas del tipo oruga. Esta grúa, al igual que un tractor, penetra en el campo de caña moviéndose con relativa facilidad y ligereza. Su peso representa 6½ libras por pulgada cuadrada, mientras que el peso de un muchacho cualquiera andando por el cañaveral representa de 9 a 13 libras por pulgada cuadrada. Con esto quiero decir que su movimiento o uso dentro de la pieza de caña no perjudica los retoños. Puede adaptársele un gancho como las grúas de plaza de caña que cierra al bajar tomando la caña del montón o se pueden hacer paquetes con cadenas los que izan y transfieren al vagón. Si el paquete está retirado lo arrastra hasta cerca del vagón. El costo de funcionamiento de esta grúa es aproximadamente 3 centavos por tonelada de caña cuando llena a razón de 50 toneladas por hora. Esto varía con el costo de combustible, aceite, operador, etc. La grúa más pequeña tiene una capacidad de 2½ toneladas y cuesta aproximadamente $4,500 entregada en Puerto Rico. El tamaño que le sigue tiene una capacidad de 5 toneladas y cuesta aproximadamente $7,500.

Las ventajas que ofrece esta nueva máquina son las siguientes: La caña se transfiere prontamente después de cortada. El costo de llenado se reduce considerablemente. El número de cortadores que elimina la máquina se pueden utilizar en siembras nuevas u otras labores agrícolas. Se puede colocar la vía portátil más retirada porque la grúa hala la caña. La misma máquina después de la zafra se puede usar para hacer y limpiar zanjas y canales de riego, trabajos de grúa, clavar pilotes para puentes, etc.

El único inconveniente que de primera intención le encuentro es que el llenado de carros no es tan perfecto ni completo como el llenado a mano y esto puede significar que se requieran más vagones o material rodante. Este punto es de gran importancia y sólo puede decidirse después de una prueba al efecto.

Estas máquinas se están usando en Hawaii, Colombia y Perú y en Puerto Rico las tienen las Centrales Fajardo, Guánica y Mercedita de Ponce. Las que hay en Puerto Rico se han estado usando en las otras labores mencionadas, pero entiendo que quizás en la zafra venidera se pruebe en Guánica y Fajardo.

La próxima nueva máquina que traigo a su atención es la trasbordadora de acero y romana. Este aparato eleva, pesa, trasborda y descarga paquetes de caña de carretas a carros de ferrocarril. Consiste de dos torres de acero conectadas por su puente y trae un carro corredizo, romana, voladora, cables de acero, etc. Capacidad desde 2½ hasta 7½ toneladas. La carreta con la caña atada con eslingas se trae debajo del trasbordador, se conectan las eslingas del paquete a las del trasbordador y luego

se iza el paquete bien usando una yunta de bueyes o una grúa de gasolina—mientras el paquete está en el aire se pesa. El carrito corre por sí solo y automáticamente hacia el lado del carro del ferrocarril, luego se hala el disparo y la caña cae aún atada en el vagón. El costo de llenado en esta forma es aproximadamente 3 centavos por tonelada.

Las ventajas de este aparato son: Ahorra tiempo, ahorra fuerza que sólo se necesita para izar, pues trasborda automáticamente, mayor exactitud de peso por ser neto en el aire. Elimina disputas de peso entre el cortador, carretero, y el colono y la central. Su costo es $1,700 en Puerto Rico.

Este trasbordador trabajó el año pasado en las centrales Ejemplo y Fajardo y en la Hacienda Dolores del Sr. Lucas P. Valdivieso. Este cosecho trabajará en la Colonia de Don Manuel González de Salinas y en la Central Triunfo de Naguabo aunque este último es de otra marca.

Además del uso arriba explicado yo estoy seguro que se puede adaptar al conductor de caña de cualquiera central para transferir los paquetes bien de las carretas o *trucks* a la hamaca o a la mesa, obteniendo por tanto peso de caña molida más exácto. Varias centrales han ideado y fabricado en el país estructuras de acero parecidas, pero mucho más costosas y carecen de romana.

Como el trasbordador mencionado vale $1,700 y tiene el inconveniente de que la carreta tiene que aguardar la operación, se ha diseñado y funcionará este año entrante en la finca de Don Manuel González de Salinas el siguiente aparato que se llama "Grúa de Brazo" (*Boom Hoist*). Esta Grúa de Brazo, al igual que el trasbordador eleva, pesa, trasborda y descarga el paquete de caña. Es toda de acero y consiste de mástil y brazo (*mast and boom*). El mástil tiene 40′ y se sujeta por vientos de acero. El brazo tiene un radio de 20′ desde el centro del mástil al gancho y se mueve todo alrededor o sea 360 grados. Está colocado a 21′ de la tierra y viene completo con su romana y voladora. Tiene una capacidad máxima de 4 toneladas. Su precio es $1,100 en Puerto Rico. La ventaja que ofrece la grúa de brazo es que el carro puede descargar el paquete de caña en la tierra y seguir por otro paquete. La grúa lo hala, lo iza, lo pesa y lo entrega al vagón de ferrocarril. Todavía no se ha probado este aparato y no se sabe el costo por tonelada de caña.

Al cerrar la parte del llenado de caña quiero advertir que se está generalizando en Puerto Rico el pago de las labores de corte y llenado a base de tonelada de caña por día. Una de las Compañías más grandes del país instalará para esta cosecha cincuenta romanas de carretas y entiendo que ya tenía en uso el año pasado un gran número. Esto tiene las ventajas de que el obrero cobra con mayor exactitud y rápidamente; que el colono o centralista sabe ciertamente la producción de cada pieza o parcela de terreno, lo que es muy importante para datos estadísticos de variedad de caña, y calidad del terreno, etc.

Los métodos presentes para pesar la caña en el batey antes de ser molida no tan sólo son bastante lentos sino que carecen de exactitud.

Son lentos porque requieren que el pesador fije a mano el peso en el brazo de la romana y luego anote en libreta dicho peso, tara, etc.

Son inexactos porque el pesador es humano y se equivoca de vez en cuando; porque se pesa la caña con bastante anticipación antes de ser molida; y porque las romanas en sí no son o se conservan lo suficientemente exactas.

Los dueños de centrales se han dado cuenta de las deficiencias de este departamento. Algunas centrales han equipado la grúa eléctrica con romana para pesar la caña neta a medida que se pone en la hamaca. En otra central instalaron la romana al costado de la hamaca para pesar la caña al momento de descargarse. En varias otras centrales hay proyecto de instalar romanas en los puentes de acero que se han fabricado en el país.

Para corregir en parte las deficiencias en este departamento se trata de introducir ciertos aditamentos que se pueden adaptar a las romanas en uso.

El *Weightograph* es un aditamento que elimina el elemento humano. El operador no tiene que tocar la báscula ni el *Weightograph*. El peso se indica automáticamente sin pérdida de tiempo. No hay equivocaciones y se puede adaptar fácilmente a cualquier romana de ferrocarril, de carreta, de azúcar, etc. El mecanismo que realiza estos resultados es extremadamente sencillo. La leva, el péndulo y la lámina fotográfica indicadora están montadas en un eje y se mueven como una sola pieza.

El péndulo se mueve simultáneamente con la lámina negativa y trae el peso a un balance perfecto. Una luz eléctrica, fija tras de la lámina a través de un vidrio de aumento y por medio de espejos amplifica la lámina fotográfica que muestra el peso exacto. Este peso se lee igual de cualquier ángulo que se mire. Este aparato es tan sencillo que debemos admirarnos de que no se haya inventado antes.

Las ventajas de este aparato son las siguientes:

1. Pesa exacto.
2. Rapidez en la pesada.
3. El pesador no tiene que ser un experto—cualquiera anota el peso.

El precio de este aparato es aproximadamente $250.

El año pasado se usó este aparato en la refinería para pesar los azúcares que se recibían o se compraban y este año lo usarán las centrales Eureka y Rufina, pero en ambos casos para pesar azúcar y no para pesar caña que es de gran utilidad también.

Equipo "Aequitas". Este es otro aditamento que pronto se probará en el servicio de pesar caña y sólo me concretaré a decir sus ejecutorias ya que no quiero entrar en detalles de su construcción para ahorrar tiempo.

El ciclo completo de la operación, asumiendo que estuviese instalado en una romana de ferrocarril es como si-

gue: El carro de ferrocarril entra en la plataforma de la romana. Después que está sobre la romana se aprieta un botón del aditamento y el peso se indica por medio de dos esferas, una que da los miles y los cientos y la otra que da las decenas y unidades. Esta operación o peso es automático. Se pone un *ticket* en una canal hecha expresamente para este fin, se le da vuelta a una manigueta para volver las esferas a cero. Tan pronto la manigueta se mueve ¼ de revolución el peso se imprime en el *ticket*, mejor dicho, se perfora la cantidad en el *ticket* para que no se pueda borrar o haya errores en lecturas de cifras. Esto es, imprime el peso automáticamente en el *ticket*.

El aditamento incluye un contador de seis cifras. Asumiendo que este contador esté en cero al principio del ciclo y que el carro que se acaba de pesar tenga un peso de 40,200 libras, tan pronto se mueva la manigueta para ponerlo en cero, el contador registra 004–020.

Puesto que el aditamento para la romana de ferrocarril tendrá una graduación mínima de 50 libras será preciso añadir otro cero al totalizador de manera que la lectura arriba indicada es exactamente 0040200 y por tanto la máquina ha totalizado.

Para ser esto más claro vamos a asumir que se pese otro carro de digamos 21,000 libras. El totalizador entonces leerá 006120. Esto es 40,200 libras que tenía anteriormente más 21,000 del segundo carro o un total de 61,200 libras.

Al mismo tiempo el aditamento tiene otro contador de cuatro cifras que cuenta uno cada vez que se pesa un carro, de manera que cuenta automáticamente 1, 2, 3, etc.; por tanto al fin del día se puede saber el número de carros que han pasado y han sido pesados.

Por lo anterior, ustedes podrán ver que éste es el equipo que se necesita en una central porque pesa automáticamente y el pesador no puede hacer cambio ninguno puesto que el aparato está completamente cerrado; se obtiene el peso perforado en el *ticket*, de manera que no se puede borrar o alterar, y además indica el número de carros que se han pesado al fin del día o de guardia y también indica la cantidad total pesada en tiempo determinado.

Este aparato completo sólo vale $1,500 que se pueden ahorrar en poco tiempo en el mismo sueldo del pesador, sin considerar las ventajas de la exactitud del peso de caña.

Todos aquí presentes nos damos cuenta de la gran ventaja de mayor producción y extracción que se ha obtenido en los últimos años con la introducción de las cuchillas para cortar caña, y puesto que este aparato es bien conocido por todos sólo me resta decir que el temor de consumo de vapor excesivo por el movimiento de cuchillas por medio de turbina de vapor no es justificado. El año pasado funcionó un juego de cuchillas movido por turbina de vapor en la central Victoria y el consumo no fué excesivo y al contrario, el vapor de escape fué utilizado ventajosamente en el evaporador, calentador y tacho de calandria. En cuanto a adelantos en cuchillas para cortar caña sólo puedo indicar que últimamente se ha traído a Puerto Rico una cuchilla con filo *stoodite* la cual demostró en una prueba incompleta que no pierde su filo después de cortar 26,000 toneladas. Como la prueba hubo que terminarla por falta de caña, mejor dicho por haberse terminado la zafra, no puedo decir ciertamente la cantidad de caña que puede moler esta cuchilla sin embotarse, pero la central que cortésmente concedió la prueba ha ordenado un juego completo de cuchillas con filo *stoodite* y este año podremos comprobar su eficiencia. Estas cuchillas también funcionarán en la nueva central Guamaní. También quiero mencionar que algunas de las cuchillas que están funcionando en Puerto Rico se rompen con frecuencia y para impedir esto se han traído cuchillas de 5/8″ de espesor en vez de 1/2″ que resultan muy débiles.

Está comprobado que el método que se usa en Puerto Rico para computar el agua de maceración que se aplica en los trapiches deja mucho que desear en cuanto a exactitud, es decir, hay muchas circunstancias que afectan grandemente el factor que se usa y por tanto es sumamente deseable que se pese el agua de maceración.

Hay en uso en la central Monserrate de Manatí una romana automática para pesar agua de maceración. Tomaría mucho tiempo en explicar la construcción de esta romana y sólo me concreto a decir que se le bombea agua caliente o fría según se desea a un tanque receptor, que desborda automáticamente en otro tanque. Este último tanque está dividido en dos compartimentos y cada uno tiene una capacidad de 250 libras. El tanque está inclinado y por medio de *cams* cuando se llena el primer compartimento, es decir, cuando hay 250 libras de agua en ese compartimento el mismo peso le hace girar a la posición más baja y automáticamente descarga siguiendo el agua por gravedad al trapiche. A su vez el tanque vacío está llenándose. Tan pronto el tanque lleno gira, por medio de una palanca, se anota la pesada en un contador. El número de pesadas multiplicado por 250 libras da el peso total de agua de maceración usada.

Este aparato cuesta alrededor de $1,700 y desde luego que su mayor utilidad es la exactitud de los datos técnicos de la fábrica.

Hay otra romana similar a ésta descrita para pesar guarapo pero resulta ser muy cara porque los fabricantes no desean hacerlas sino con los tanques de bronce. Aunque el guarapo que sale de los trapiches se pasa por un colador siempre se cuela suficiente bagacillo para entorpecer algunas veces el bombeo del guarapo, máxime cuando se usan bombas centrífugas.

También este bagacillo en suspensión entorpece la defecación y se ha comprobado que es de suma conveniencia que se elimine o por lo menos se reduzca la cantidad de bagacillo en suspensión. Para tal propósito se ha adaptado un vibrador cernidor muy usado en la industria minera

que se puede funcionar bien por correa o por motor eléctrico directamente acoplado. Consiste de una armazón de acero para acomodar un marco con su malla que si se usa el vibrador cernidor para guarapo del molino tendrá 80 *mesh* y si se usa para guarapo defecado tendrá 100 a 120 *mesh*. Este cedazo, pues así podemos llamarlo, tiene una superficie de filtración de 28′ cuadrados (4′ × 7′) y un dispositivo en la parte superior lo mantiene en vibración constantemente. Tiene una capacidad para una molienda de 2,250 toneladas de caña en 24 horas, pero si la caña ha sido quemada o la maceración es exagerada, la capacidad se reduce. Con menos molienda trabaja igualmente bien y no se necesita limpieza con tanta frecuencia. A la capacidad mencionada recoge aproximadamente 5,000 libras de bagacillo húmedo por cada 24 horas o sea aproximadamente 1,450 libras de bagacillo seco en el mismo tiempo. Este bagacillo por medio de gusano o bomba se envía a los filtros prensas, donde juega un papel importante. El guarapo se descarga por una caja distribuidora que lo deja caer en chorros muy pequeños sobre la parte superior. El bagacillo forma una capa que va cayendo gradualmente, ayudada por el movimiento especial vibratorio. El guarapo tiene que pasar por esta capa de bagacillo que recoge los coloides y después por la malla de bronce. El cambio de malla se puede hacer fácilmente y no necesita ningún experto pero hay que tener mallas de repuesto. Este cernidor se puede instalar en una plataforma ligera o encima de cualquier tanque de guarapo o de la romana. Solamente requiere tres cuartos de caballos de fuerza. Con este cernidor no tan sólo se obtiene un guarapo muy limpio y se mejora la defecación sino que se reduce la necesidad de la limpieza de los calentadores, evaporadores y también se mejora en mucho el color del azúcar y la filtrabilidad. Este aparato cuesta aproximadamente $1,300.

El año pasado uno de estos aparatos funcionó a gran satisfacción en la central Juncos y este año funcionará otro en la nueva central Guamaní.

Los datos obtenidos por el Profesor Keer y confirmados por otros indican que el máximum de trasmisión de calor en el tipo *standard* de evaporadores se obtiene cuando el nivel del guarapo en cada cuerpo se mantiene en un punto equivalente a aproximadamente la tercera parte del alto total del tubo. Si el nivel del guarapo está debajo de este punto el porciento de trasmisión decae rápidamente y si se permite que esté más alto de este punto, también decae peró no tan rápidamente. En otras palabras, el máximum de evaporación se obtiene cuando el nivel de guarapo se mantiene a una tercera parte del alto total del tubo del evaporador. En Puerto Rico desgraciadamente no hemos dado la importancia que requiere este asunto y hemos confiado en la mayor parte en operadores casi ineficientes y a esto se debe que la mayoría de los aparatos de evaporación no están evaporando la cantidad de guarapo que pueden evaporar si se tomaran en consideración varios detalles de importancia.

Se ha diseñado últimamente un regulador de niveles del tipo "Overflow" que no tan sólo es muy sencillo en su construcción sino que es completamente fácil en su manejo y poco costoso. Este regulador de nivel permite que se suba o se baje instantáneamente el nivel de guarapo según la molienda. El guarapo sube por un tubo que actúa como tubo de derrame (*overflow*) y el exceso de guarapo se desborda en la cámara que actúa como colador o embudo y gravita por el tubo del sifón para penetrar en el próximo cuerpo. Con el uso de estos reguladores no les extrañe que les diga que se han obtenido 9 y 10 libras de evaporación por pie cuadrado de superficie calórica en aparatos del tipo *standard* que significa un aumento en capacidad de aproximadamente 50 por ciento. Uno de estos aparatos funcionará en la central Roig la próxima zafra y los resultados que se obtengan deben ser de interés general para la industria.

Los superintendentes se quejan de que la mayoría de las centrales de Puerto Rico no tienen suficiente capacidad de cristalizadoras y sin capacidad abundante en esta estación se les dificulta obtener los resultados de elaboración que ellos desean. El proceso Kopke es una solución a esta dificultad a un costo muy reducido. En el proceso Kopke se usa agua fría para causar enfriamiento rápido. Se proveen serpentines por donde circula el agua. El número de serpentines depende del tamaño de la cristalizadora siendo necesario un estudio en cada caso, pero entiendo que los serpentines no van separados a más de 24″ de centro a centro. El agua de circulación se regula según los requisitos. Este proceso tiene varias ventajas siendo la primera que se obtiene una reducción del tiempo de cristalización, pudiéndose obtener un aumento de capacidad de 2 a 2½ veces la capacidad de una cristalizadora corriente a un costo de aproximadamente una tercera parte del valor de una cristalizadora adicional. La segunda ventaja es que se puede reducir la pureza de las mieles finales, pues ésta baja en proporción directa a la caída de temperatura de la masa. La tercera ventaja es la eliminación de fermentación. La cuarta ventaja se obtiene en la mayor facilidad de purgar la azúcar de las cristalizadoras. El proceso Kopke se encuentra en funcionamiento en distintas centrales de la Isla y aunque no he tenido datos exactos, los ingenieros y químicos donde está instalado este proceso mantienen que las ventajas expuestas por los concesionarios son verdaderas. Quizás en esta nueva zafra se puedan obtener datos más conclusivos.

En todas las industrias incluyendo la de azúcar se ha comprobado que actualmente el mejor método motriz es el motor eléctrico directamente acoplado. Es sabido que en Cuba y en otros países los trapiches, bombas, etc., son movidos por motores eléctricos directamente acoplados y en los últimos años se ha extendido este método de fuerza a las centrífugas. En

esta estación la ventaja es más notable puesto que es una máquina de aceleración rápida y frecuente.

Actualmente hay en Puerto Rico centrífugas movidas por motores eléctricos individuales en las centrales Roig, Defensa, Fajardo, Guamaní y últimamente se acaba de instalar una centrífuga eléctrica de 48" en la Refinería de Ponce.

El tiempo no me permite entrar en detalles de la construcción de estas centrífugas y sólo debo decir que la ventaja del uso del tamaño de 40" salta a la vista cuando se considera que cada máquina seca o mejor dicho descarga 725 libras de azúcar en cada ciclo, mientras que la de 40" sólo descarga 600 libras. Esto significa que con un número mucho menor de máquinas se puede hacer el trabajo de cierta capacidad y por supuesto que el costo inicial, el costo de mantención, etc., etc., es mucho menor en comparación con máquinas de diámetro más pequeño.

Las centrales de Puerto Rico con muy raras excepciones han dado muy poca importancia al peso de azúcar, es decir, se usan romanas muy atrasadas en diseño, rapidez, etc. Sé de un caso en que la diferencia de peso en una zafra, al venir la liquidación del norte alcanzó a un número de sacos considerable cuyo importe excedía en más de seis veces el valor de una romana eficiente. Este caso afortunadamente resultó a favor de la central. Es decir, obtuvieron mejor peso en el Norte que el informado por la central, pero no todas las veces resulta a favor de la central y es necesario proteger los intereses de la misma. El mejor tipo de romana para pesar azúcar después del automático, es el tipo de suspensión con las palancas en la parte superior, toda de acero y equipada con un aditamento que se llama "Weight Regulator". Este aditamento consiste en un abanico con puntero. En el centro del abanico existe un punto que se marca cero y a ambos lados hay las correspondientes divisiones por libras. Si falta azúcar al saco el puntero muestra las libras que faltan y se le añade hasta llegar al cero y si el saco tiene exceso, el puntero marca en la dirección opuesta las libras que tiene de más que se deben substraer hasta llegar al peso exacto. Las ventajas de esta romana son, desde luego, la exactitud y la rapidez, ambos factores muy importantes en esta estación. Actualmente está instalado en Puerto Rico este tipo de romana en las centrales Constancia de Toa Baja, Coloso de Aguadilla y Guamaní de Guayama. El precio de esta romana es aproximadamente $700.

Servicio de Riego de Puerto Rico

Sistema de Riego e Hidroeléctrico de la Costa Sur

Por *Antonio Lucchetti*, C. E.,
Ingeniero Jefe, Servicio de Riego

Este artículo no trata de una cosa nueva ni de algo que esté bajo experimento. El Sistema de Riego Público de la costa sur de Puerto Rico hace ya quince años que viene funcionando y desde bien temprano demostró su eficacia en la agricultura y consiguiente desarrollo general de la comarca en que se extiende y se utiliza.

La zona en que radica el distrito de riego comprende toda la llanura de la costa que se extiende desde el río Patillas por el este, hasta el río Jacaguas por el oeste, y ocupa, por tanto, la mitad oriental de la costa sur de Puerto Rico. De la superficie total de esa zona que es aproximadamente 75.000 acres, se seleccionaron para formar el distrito de regadío 33.000 acres de terrenos que por su situación topográfica y por la superior calidad del suelo, era posible y convenía económicamente incluirlos dentro del plan de riegos adoptado. Estos 33.000 acres de terreno se riegan de la red de canales y sureos que por gravedad llevan el agua desde los pantanos principales del sistema hasta la plantación. La cuantía del caudal obtenible de las fuentes de abastecimiento del sistema fué la que fijó el límite de 33.000 acres a la extensión incluída bajo riego.

ANTECEDENTES

Las tierras de esta comarca vienen dedicadas todas al cultivo de la caña de azúcar desde hace muchos años. Esta planta necesita agua en abundancia desde que se siembra hasta que llega a su madurez, y en una región como es ésta en que regularmente llueve poco, el promedio anual de lluvias apenas si llega a 50 pulgadas y casi todos los años se sufren sequías intensas y prolongadas, se hacía menester disponer de obras de riego adecuadas que asegurasen en todo tiempo el agua necesaria. Sin este elemento el éxito de las cosechas tenía que ser y era incierto y la industria azucarera en esta zona no podía desarrollarse y sostenerse sobre bases estables.

Es cierto que el riego se venía practicando en esta parte de la Isla desde la época en que se empezó a cultivar aquí la caña. Los terratenientes de la mayor parte de esta zona habían obtenido concesiones del Gobierno para desviar y usar aguas de los ríos para fines de riego, y habían construído y utilizaban canales que llevaban las aguas de dichos ríos a sus propiedades. Pero las fuentes y me-

dios de que disponían eran inadecuados; se contaba con agua durante épocas de lluvia, pero ésta desaparecía totalmente en el estiaje, cuando más se necesitaba. Existían también numerosas instalaciones de bombas que extraían aguas del subsuelo, pero esta fuente también se reducía considerablemente en períodos de seca.

NECESIDAD DE UN PLAN GENERAL DE OBRAS DE RIEGO Y MEDIOS USADOS PARA REALIZARLO

Estas circunstancias dieron motivo a que se pensase en un plan general de riegos que abarcase todas las fuentes de abastecimiento que económicamente pudieran desarrollarse. De ahí nació y se impulsó la idea de que este proyecto lo emprendiera el Gobierno Insular por tres razones principales: primero, porque su magnitud y la inversión requerida eran tales que no podía acometerse como una empresa privada por ninguno de los terratenientes en el distrito; segundo, porque las fuentes aprovechables pertenecían al Gobierno, y tercero, porque se necesitaba una acción colectiva en que todos cooperasen para la mejor y más equitativa participación de cada uno de los terratenientes en el distrito, tanto en los beneficios a derivarse como en las obligaciones a contraerse.

Y persiguiendo la realización de esa idea la Legislatura de Puerto Rico pasó la Ley de Riego Público en el año 1908, en la cual se asignaron fondos para los estudios y se autorizó la construcción del sistema de riego. También pasó la Legislatura ese mismo año una ley autorizando una emisión de bonos de El Pueblo de Puerto Rico para proveer fondos para la construcción de las obras, y disponiendo la forma y procedimientos a seguirse para la fijación de contribuciones anuales sobre el terreno puesto bajo riego y para obtener otros ingresos, que se dedicarían todos al pago de la deuda y a sufragar los gastos de explotación y conservación del sistema.

Descripción del Sistema.—Los ríos de la costa sur de Puerto Rico son de régimen torrencial. Una buena parte del año se les ve secos o casi secos, y en tiempos de lluvia traen grandes crecidas, la mayor de las veces de poca duración. Un proyecto de riego necesariamente tenía que incluir, por lo tanto, la formación de embalses o pantanos para acumular las aguas de estas crecidas, así como también aumentar los aprovisionamientos con aguas traídas de la vertiente norte de la cordillera central donde son más frecuentes y abundantes las lluvias y más constante el caudal de los ríos.

El sistema general consiste de cuatro pantanos principales, artificialmente formados por presas de construcción y emplazamientos adecuados para retener los caudales de cuatro cuencas distintas; unas noventa y ocho (98) millas de canales principales y sub-canales de distribución; dos plantas hidroeléctricas como producto incidental del sistema de riego, y líneas para transporte y distribución de energía eléctrica con una longitud total de 210 millas.

El sistema de riego se divide en tres sistemas separados que se alimentan de distintas fuentes y que no se relacionan físicamente entre sí, a saber: el sistema que riega la región desde Patillas hasta Salinas y que está formado por el pantano de Patillas y el canal del mismo nombre que corre en dirección oeste desde el citado pantano hasta Salinas; el sistema que comprende el pantano de Carite y el canal de Guamaní, el cual riega el terreno alto situado entre Guayama y Salinas; y el sistema formado por la desviación del río Toro Negro, lago de Guayabal, lago de Coamo y el canal de Juana Díaz que corre en dirección este desde Juana Díaz hasta Salinas, y baña los terrenos situados entre el río Jacaguas y el río Jueyes en las inmediaciones de Salinas. Cada uno de estos tres sistemas funcionan por separado, esto es, sus aguas, a excepción de la relación secundaria que existe entre el canal de Guamaní y el lago de Melanía, no se confunden en ningún sitio, sino que discurren por canales distintos situados a distintas elevaciones y van a regar distintas secciones del distrito.

Del canal Patillas se riegan 12,800 acres de terreno, del canal Guamaní se riegan 4,950 acres y del canal Juana Díaz se riegan 15,250 acres.

Presa de Patillas.—Esta presa está situada al extremo este del distrito, en un punto aguas abajo de la confluencia de los ríos Matón y Patillas, al noroeste de la población de Patillas, y a distancia de 1.5 kilómetros de dicha población. Consiste de un terraplén construído en forma tal que resultara impervio, y es de tales proporciones que viene a ser una verdadera montaña que enlaza las colinas contiguas para cerrarle el paso al río. Su altura máxima es 40 metros, tiene una longitud de 311 metros en su parte superior, y el material que la forma alcanza a un volumen de 742,000 metros cúbicos. En su base mide 175 metros de ancho.

Su cima está a una elevación de 72.85 metros sobre el nivel del mar, y el agua que puede almacenar sube hasta una elevación de 67.67 metros, teniendo por tanto una obra muerta de 5.19 metros de altura. La capacidad del embalse, hasta esta elevación máxima, es de 14,531 acre-pies, que equivale a unos 18,000,000 de metros cúbicos.

Cuando el agua rebasa de la elevación 67.67 metros, el exceso desborda por encima de una represa-aliviadero construído de hormigón y acero, que funciona automáticamente permitiendo que aumente la descarga a medida que sube el nivel del agua en el lago. De suerte que, en tiempos de grandes avenidas, este aliviadero puede dar cabida a todo el exceso sin que la obra muerta de la presa principal se disminuya más allá de un mínimo de 2.13 metros, y no peligre la estabilidad de la presta.

El agua de este embalse se deriva por medio de un túnel cavado en la roca del cerro adyacente a la presa, el cual descarga al canal de Patillas.

El Canal de Patillas parte desde la presa y sigue en dirección oeste por el pie de las colinas vecinas y

por toda la parte alta de la zona que baña, terminando en un punto próximo al pueblo de Salinas. Tiene una longitud total de 40 kilómetros y por él corre diariamente un caudal de 2,000 litros por segundo, aumentando en tiempos de alta demanda a unos 3,000 litros por segundo. Desde distintos puntos de este canal salen pequeños canales, y de éstos otros más pequeños que penetran por toda la zona para distribuir el agua a las distintas parcelas. Este canal atiende al riego de 12,800 acres de terreno.

Presa y Túnel de Carite.—Esta presa se encuentra en la vertiente norte de la cordillera central, en las montañas donde nace el río La Plata, y a unos 10 kilómetros al norte de la ciudad de Guayama. Embalsa las aguas del río Carite, afluente principal del Plata en su nacimiento, formando un pantano cuya capacidad máxima es de 9,339 acre-pies, que equivalen a unos 11,500,000 metros cúbicos.

Es un terraplén revestido de piedra, emplazado en el desfiladero por donde pasaba el río. Fué preparado con material escogido para hacerlo impervio, y en forma adecuada para resistir el efecto de los elementos. Mide 33.5 metros de altura en su parte más alta, 153 metros de largo y 6 metros de ancho en su coronación, y contiene 155,000 metros cúbicos de material.

Su cima está a una elevación de 548.03 metros sobre el nivel del mar, y en su capacidad máxima el agua sube a la elevación de 543.46 metros. A esta última elevación se encuentra el aliviadero por donde desbordan las crecientes, cuando se encuentra lleno el lago.

Las aguas de este embalse se traen a la vertiente sur por medio de un túnel de 932 metros de largo, y 2.2 metros cuadrados en sección, que atraviesa la cordillera central de norte a sur, a una elevación de 529.74 metros sobre el nivel del mar.

Del túnel sigue un corto canal por la falda de la montaña y del extremo de éste se desliza el agua por dos líneas de tubería de acero con una caída de 232 metros hasta las ruedas hidráulicas de la Planta Hidroeléctrica de Carite No. 1. De aquí las aguas se encaminan por otro canal que sigue la ladera de la montaña yendo a caer nuevamente 105 metros desde el extremo de este canal por una tubería de acero que las lleva a las ruedas hidráulicas de la nueva Planta Hidroeléctrica No. 2 de Carite. El caudal que constantemente se deriva por el túnel es un promedio de 850 litros por segundo.

Después de utilizarlas en el desarrollo de fuerza eléctrica, continúan las aguas por el cauce del río Aguamanil, recorriendo una distancia de unos tres kilómetros y de allí se dividen hacia los dos canales de Guamaní.

Canales de Guamaní.—Uno de estos canales corre en dirección este y el otro hacia el oeste del valle del río Aguamanil. Ambos canales surten de agua, por medio de sus sub-canales, a los terrenos altos situados entre la montaña por el norte, y el canal de Patillas por el sur. La superficie de terrenos servidos por estos canales comprende un total de 4,950 acres.

El canal Guamaní del este tiene una longitud de 6.4 kilómetros y el del oeste, 22 kilómetros. Los primeros cuatro kilómetros del canal del oeste tienen mayor cabida que la sección que le sigue, pudiéndose así aprovechar cierta cantidad de agua de las crecientes del río, conduciéndolas por el canal para almacenarlas en un pequeño embalse llamado de "Melanía", cuya situación más baja le permite recibir las aguas que desbordan al extremo de esta sección de cuatro kilómetros.

Este embalse de Melanía puede contener 300 acre-pies de agua, equivalentes a 370,000 metros cúbicos. De él se derivan aguas para reforzar de cuando en cuando el caudal del canal Patillas que corre cerca de allí a un nivel más bajo.

La parte ya descrita comprende únicamente la sección del sistema que riega la mitad oriental del distrito de regadío, en la cual hay 17,750 acres bajo riego.

Para mejor conocer la disposición y relación de las obras de donde se surten las aguas para los 15,250 acres bajo riego en la otra mitad occidental del distrito, las describiremos por su orden relativo partiendo desde las que se encuentran al extremo oeste del sistema.

Desviación del Río Toro Negro.—Las aguas del río Toro Negro junto con las de las quebradas Doña Juana y Navajas, las cuales corren por la vertiente norte de la cordillera, se desvían hacia el valle del río Jacaguas en la costa sur, por medio del túnel Toro Negro. Este atraviesa la cordillera central a una elevación de 830.88 metros sobre el nivel del mar, tiene una longitud de 845 metros y da cabida a un caudal de 10,000 litros por segundo.

Presa de Guayabal.—La presa de Guayabal está situada sobre el río Jacaguas a distancia de cinco kilómetros al norte del pueblo de Juana Díaz. Es una obra de hormigón reforzado del tipo "Ambursen", tiene una altura de 35 metros sobre el lecho del río, y sobre ella se extiende un puente que es parte integrante de la obra, con una longitud total de 510 metros. Este puente da paso a la carretera insular que va de Juana Díaz a Ciales.

Forma un embalse de 9,524 acre-pies, o sea, unos 11,800,000 metros cúbicos, deteniendo el agua hasta la elevación de 99.06 metros sobre el nivel del mar. Cuando el agua rebasa de ese nivel el exceso desborda por el vertedero, el cual tiene cabida para una descarga de 2,000 metros cúbicos por segundo.

Canal de Juana Díaz y Presa de Coamo.—Este canal constituye la arteria principal de donde se surte un gran número de sub-canales que llevan las aguas a las 15,250 acres bajo riego en la sección oeste del distrito. Arranca desde la presa del Guayabal y va rodeando el pie de la montaña, siguiendo luego el llano en las inmediaciones de los ríos Descalabrado y Coamo, y va a terminar en el río Jueyes, como a unos cinco kilómetros

al oeste del pueblo de Salinas. Tiene una longitud total de 34 kilómetros.

La presa de Coamo es una estructura análoga a la del Guayabal, de hormigón reforzado, pero toda su longitud está preparada en forma de vertedero sobre el cual están montadas compuertas automáticas de acero que aumentan el embalse. Esta presa sólo tiene veinte metros de altura, y su capacidad es de 2,700 acre-pies, o sea, unos 3,300,000 metros cúbicos. Parte de las aguas de este embalse se derivan para reforzar el caudal del canal de Juana Díaz, el cual atraviesa el río de Coamo aguas abajo y próximo a la presa.

El canal de Juana Díaz conduce un volumen de unos 2,000 litros por segundo como promedio, elevándose este caudal en épocas de gran demanda a unos 3,300 litros por segundo.

MÉTODOS OBSERVADOS EN EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO

La cantidad de agua que se estimó necesaria para suplir la deficiencia de las lluvias en esta zona, fué cuatro (4) acre-pies por acre por año, lo cual equivale aproximadamente a una aplicación de cuatro (4) pulgadas de agua por mes al terreno bajo riego. Esta es la cuota de agua que la ley asignó a cada acre incluído en el distrito de riego y es la que se ha venido entregando de un modo regular a través del año.

La condición de que el riego habría de practicarse durante todo el año y no solamente durante una estación dada como ocurre en otros países; la naturaleza del territorio en que tenía que desenvolverse el proyecto habida cuenta de la limitación en el volumen y distribución de los caudales obtenibles de las cuencas tributarias al sistema y de la topografía y elevación general del terreno a regarse, así como también de las posibilidades de realizar las obras de embalses y canales en determinados sitios que reunieran condiciones propicias al plan general, y por último, pero de importancia principalísima, la condición de que las obras se realizasen a un costo económico a tono con los beneficios que produjera al distrito a regarse, fueron factores determinantes en la selección de los emplazamientos y en la fijación de las capacidades de las distintas obras que componen el sistema.

De acuerdo con estas consideraciones el proyecto fué preparado y ejecutado dentro del plan de que habría de funcionar continuamente y de un modo uniforme.

Y el método observado en el funcionamiento del sistema está acorde con ese plan. El servicio de agua por los canales principales es continuo noche y día y, por consiguiente, las aguas se reparten a los terratenientes de un modo continuo durante el tiempo que dure la dotación que le corresponde y le ha sido asignada a cada cual. Para la mejor eficacia del servicio, es la práctica autorizada por la ley, permitir a los terratenientes agrupar el total de aguas correspondientes al área de terreno que cada cual controla, sirviéndoselas en las cantidades y por las tomas que deseen. Este método de entregas facilita la aplicación del agua al terreno en la forma más económica para el terrateniente tanto en lo que respecta a gastos de jornales de regadores, como también en cuanto al mejor y más oportuno aprovechamiento del agua, pudiendo ellos usar el sistema de rotación para aplicar el agua por turnos a sus distintas parcelas el número de veces al mes que ellos deseen.

El servicio de riego mide y entrega el agua a los terratenientes en las tomas que ya han sido instaladas en sitios estratégicos para dominar por gravedad toda la parcela que a cada toma corresponde. La toma consiste de una compuerta y un módulo en forma de orificio, todo dispuesto en cámaras y a elevaciones adecuadas para la medida y libre movimiento del agua a los canales y surcos preparados por el terrateniente en su propiedad.

La cantidad de agua que mensualmente se entrega es un doceavo de la cuota anual. Cuando en un mes cualquiera no se puede entregar al terrateniente su dotación completa, debido a escasez de agua en los aprovisionamientos, se concede al terrateniente un plazo de once meses dentro del cual el déficit que hubiere pendiente le será entregado si la provisión de agua lo permite después de hacerse las entregas regulares del mes.

Cuando los embalses cuentan con agua en exceso de la necesaria para cubrir la dotación de los terrenos bajo riego, estas aguas excedentes se ofrecen en venta y se dispone de ellas a solicitud de los terratenientes que las deseen a un precio por acre-pie que se fija para el año y que es aproximadamente igual pero no menor que la cuarta parte de la contribución de riego fijada para el año.

La dotación de cuatro acre-pies por acre por año resulta suficiente para una gran porción de los terrenos incluídos en el distrito de regadío, pero en los terrenos porosos que aquí abundan, no alcanza a satisfacer las necesidades de la plantación. En estos sitios los terratenientes suplen la deficiencia valiéndose de pozos tubulares y bombas que extraen el agua del subsuelo, un tanto saturado de la misma agua que del sistema de riego por gravedad se ha distribuído sobre la superficie de la zona bajo riego.

Hay numerosas instalaciones de estas bombas en toda la zona de esta costa y con muy raras excepciones todas se mueven por motores eléctricos. Para esto el agricultor necesita disponer de corriente eléctrica a bajo precio, y aquí entra a desempeñar su papel el sistema hidroeléctrico que construyó y ha venido desarrollando progresivamente el servicio de riego.

SISTEMA HIDROELÉCTRICO

Las dos plantas hidroeléctricas de Carite No. 1 y No. 2, a que antes hemos hecho mención, vienen a ser un producto incidental de las obras que principalmente fueron construídas para fines de riego. Se aprovechó en esas plantas el salto de 337 metros que existe entre el lago de Carite, al norte de la cordillera central y el ni-

vel del terreno al lado sur en el valle superior del río Aguamanil.

Estas dos plantas tienen capacidad y desarrollan una carga de 3,000 caballos de fuerza. Su producción ha ido aumentando constantemente desde el año 1915 en que empezó a funcionar con una sola unidad generatriz la planta No. 1, llegando a 15,280,000 kilovatios-hora durante el año calendario 1929 que está por terminar. En la actualidad hay tres unidades generatrices en la planta No. 1 y una unidad en la planta No. 2.

Toda esta producción de energía eléctrica se distribuye en la zona del distrito de riego. Y a excepción de la relativamente pequeña cantidad que se emplea en alumbrado y usos domésticos en la zona rural y en las poblaciones de Maunabo, Patillas, Arroyo, Guayama, Salinas, Santa Isabel, Coamo, Juana Díaz y Villalba, esta energía eléctrica se utiliza casi toda en bombas de riego.

Para atender a la creciente demanda de fuerza eléctrica el servicio de riego ha tenido que mantenerse en actividad constante, aumentando y modernizando sus estaciones generatrices, subestaciones de transformadores y extendiendo y reformando sus líneas de transmisión y distribución.

Ya en el año 1926 la demanda excedía de la capacidad de sus plantas de Carite y se acudió a la interconexión con la planta a vapor de la Ponce Electric Company para obtener la fuerza adicional requerida. Más tarde se construyó la planta hidroeléctrica de Toro Negro, que es del Gobierno Insular, y que aunque no pertenece al servicio de riego, está físicamente relacionada con sus obras de riego y está interconectada a este sistema, supliéndole una buena cantidad de energía eléctrica que se distribuye dentro del distrito de riego.

Tal ha sido el incremento tomado por el sistema hidroeléctrico que puede decirse que lo que comenzó como una cosa secundaria, hoy juega papel casi tan importante como el sistema de riego por gravedad en lo concerniente al abastecimiento de agua para el riego de las tierras, y en lo que se refiere a ingresos excede en mucho lo que produce la contribución de riego. Este año que termina en diciembre 31, 1929, la contribución de riego sólo aporta unos $293,000 y en cambio las ventas de fuerza eléctrica en el distrito llegan, en números redondos, a $432,000.

Dado el extenso uso que se viene haciendo de bombas para aumentar la cantidad de agua empleada en el riego de las tierras que requieren mayor dotación que la que reciben del sistema de riego por gravedad, así como para extender la zona bajo cultivo, podemos considerar el sistema de riego de esta zona como un sistema combinado. La forma en que se ha ido desarrollando ese sistema combinado merece mención para hacer notar que el Gobierno en sus gestiones y actividades se ha limitado a fomentar el riego construyendo el sistema por gravedad y supliendo a precios bajos la fuerza eléctrica para mover las bombas, pero ha dejado a la iniciativa privada la exploración de la fuente subterránea y la inversión del capital requerido para las instalaciones de esas bombas.

De acuerdo con un estimado aproximado hecho por el servicio de riego, el total de tierras que se riegan por este sistema combinado dentro del distrito de riego, alcanza a unos 48,000 acres, de los cuales 33,000 se riegan con aguas superficiales del sistema por gravedad y 15,000 se riegan por bombas con aguas extraídas del subsuelo.

ASPECTO ECONÓMICO Y RESULTADOS OBTENIDOS

Para la construcción inicial y extensiones subsiguientes de las obras de riego e hidroeléctricas, se han emitido hasta la fecha bonos de El Pueblo de Puerto Rico por valor de $6,875,000. Este total incluye los $500,000 provistos para las obras de la presa "El Guineo", actualmente en ejecución, y el empréstito de $100,000 para atender a las reparaciones de los daños causados por el huracán de San Felipe (Septiembre 13, 1928.)

Las fuentes de ingresos de que se dispone para el pago de principal e intereses sobre la deuda y para sufragar los gastos corrientes de explotación y entretenimiento del sistema, las constituyen la contribución de riego que anualmente se fija y cobra sobre los terrenos incluídos en el distrito de riego, las ventas de aguas excedentes y la venta de fuerza eléctrica.

Estas fuentes producen suficientes entradas para cubrir todos los gastos y obligaciones del servicio. De acuerdo con la ley, los ingresos necesarios se determinan por adelantado anualmente, limitándolos a una cantidad que sólo sea suficiente para cubrir el pago de amortización anual, intereses sobre la deuda, gastos de explotación y entretenimiento, y una parte que no debe exceder del 25 por ciento de las entradas por venta de fuerza eléctrica para destinarse a nuevos desarrollos y extensiones del sistema hidroeléctrico.

De los 33,000 acres de terrenos que reciben aguas del sistema de riego, 24,000 acres pagan la contribución ordinaria de riego, y 9,000 acres que con anterioridad a la construcción del sistema se regaban de antiguas concesiones, quedan eximidas del pago de contribución, pero se les impone y pagan todos los años una pequeña contribución para cubrir su parte del costo de explotación y entretenimiento del sistema.

La contribución ordinaria de riego se sostuvo en el máximum de quince (15) dólares por acre por año que autoriza la Ley de Riego, desde el año 1914 hasta 1922, pero desde entonces ha ido bajando gradualmente hasta once dólares quince centavos (11.15), que es la cantidad fijada para el año fiscal en curso. Es de notarse que a pesar del descenso en el valor comercial del dólar y el consiguiente aumento en el costo de explotación y entretenimiento que se han operado en los últimos quince años, la contribución no solamente no ha subido sino que ha disminuído un

25 por ciento. Esto se debe al gran aumento habido en los ingresos por las ventas de fuerza eléctrica.

Para la amortización de la deuda de bonos, la ley autoriza un pago máximo anual de $150,000, y un pago mínimo de $50,000. El servicio de riego, sin embargo, ha venido haciendo estos pagos desde un principio al tipo máximo de $150,000.

Los pagos de amortización hechos hasta la fecha montan a $2,550,000, y los de intereses llegan a $3,646,092.34, lo que hace un total de pagos hechos debidos a la deuda de bonos montante a $6,196,092.34.

En enero 1º., 1930, la deuda del servicio de riego de la costa sur quedará en $4,325,000.

Nuestro estado financiero correspondiente a noviembre 30, 1929, muestra un capital líquido (después de cubrir la deuda de bonos, obligaciones diversas, y depreciación del sistema), ascendente a $2,648,448.30.

El promedio de las cosechas anuales en las tierras del distrito de riego durante los siete años desde 1909 a 1915, o sea, los siete años que precedieron al funcionamiento del sistema de riego, fué aproximadamente de 54,000 toneladas de azúcar.

El promedio anual de los últimos catorce años ha sido aproximadamente 104,000 toneladas de azúcar, y la producción anual va aumentando cada año con las mejoras en las nuevas variedades de caña que se siembran.

El aumento de 50,000 toneladas de azúcar en el promedio de las cosechas anuales durante los últimos catorce años representa un aumento en el valor del cosecho anual producido en el distrito de riego que se estima en no menos de $4,000,000.

EL GOBIERNO EXTIENDE SU RADIO DE UTILIDAD EN SERVICIO HIDROELÉCTRICO

Hablar en esta fecha del servicio de riego sin hacer mención del programa que se ha trazado y en gran parte ha realizado ya el Gobierno Insular en el desarrollo de las fuentes fluviales, es dejar incompleto el tema que se me ha asignado.

Inducido por la necesidad de aprovechar los recursos naturales del país y de extender y abaratar el uso de fuerza eléctrica como incentivo para fomentar las industrias y aumentar el bienestar de la población en nuestras ciudades y campos, y guiado por la experiencia adquirida y resultados obtenidos en la explotación del sistema hidroeléctrico de Carite, el Gobierno abordó en el año 1925 el plan de utilizar las fuentes fluviales en el desarrollo de fuerza hidroeléctrica. Se pasó una ley imponiendo una contribución especial de un décimo de uno por ciento sobre el valor tasado de la propiedad para crear un fondo destinado a esos fines, y autorizando los estudios y construcción de plantas hidroeléctricas. Esa ley fué ampliada en el año 1927.

De acuerdo con el plan delineado en dichas leyes, el Negociado de Utilización de las Fuentes Fluviales, que ha venido funcionando anexo al servicio de riego y bajo una misma dirección, llevó a cabo estudios de los distintos desarrollos obtenibles en diversos sitios de la Isla, y acometió y ha terminado ya en parte el desarrollo del río Toro Negro.

La planta generatriz de Toro Negro y el sistema de líneas de transmisión dispuesto para transportar la energía que produce dicha planta, fueron construídos como una extensión del sistema de Carite. El distrito de explotación del sistema interconectado ha sido extendido a incluir las Municipalidades de Guayanilla, Peñuelas, Yauco, Guánica y Sabana Grande y desde el mes de febrero, 1929, se viene dando servicio en ese distrito y el negocio progresa satisfactoriamente.

Conferencia Sobre el Sistema del Riego de Isabela para la Asociación de Tecnólogos Azucareros de Puerto Rico

Por *Rafael A. González,*

Ingeniero Jefe, Servicio del Riego, Isabela.

Considero un verdadero privilegio la oportunidad que me ha ofrecido esta Asociación por conducto de su Presidente, Sr. Isidoro Colón, para hablaros acerca del sistema de riego que hace poco se implantó en el extremo noroeste de la Isla, pues estando el país compenetrado de la necesidad de desarrollar la agricultura, su más importante medio de subsistencia, y estimular el cultivo intensivo de las tierras, y siendo el factor agua uno de los más importantes para este fin, los problemas de riego son de gran importancia y actualidad, especialmente para las personas interesadas en el cultivo de la caña. Puede asegurarse que en toda la costa de la Isla el riego podría aplicarse con éxito, pues la lluvia es insuficiente, por lo menos durante algunos meses del año, para el mejor desarrollo de esa planta.

El sistema de regadío de la costa sur, establecido por el Gobierno hace unos quince años, está dando espléndidos resultados y ha justificado el que se haya emprendido una obra similar en la región de Aguadilla, Isabela y Moca. Este nuevo sistema, sin embargo, ha creado varios problemas de gran importancia peculiares a la zona, que no se presentaron en la costa sur, y que demandan cuidadosa atención por parte de las personas y organismos a quienes afectan. Acerca de esto hablaré más tarde.

Los estudios preliminares del proyecto de Isabela se iniciaron por el

Departamento del Interior en el año 1916, al mismo tiempo que los del riego en el distrito Ponce-Juana Díaz y en el valle de Lajas. Este último proyecto y el de Isabela fueron recomendados favorablemente por el Comisionado del Interior.

La Legislatura autorizó la construcción del proyecto de Isabela en el año 1919, pero debido a ciertos trámites que era necesario recorrer antes, la construcción no comenzó hasta principios del año 1924. Las obras quedaron terminadas totalmente hacia fines del 1928.

Las principales obras del sistema de riego son: la presa Guajataca, el canal de derivación, el sistema o red de canales de distribución, y el sistema hidroeléctrico.

La presa Guajataca está situada en el río del mismo nombre como a 10 kilómetros al sur del pueblo de Quebradillas. Tiene una altura de 37 metros (121 pies) sobre el lecho del río y una longitud de 277 metros (910 pies), o algo más de ¼ de kilómetro, en la cresta. Su volumen es de 432,000 metros cúbicos y está construída de tierra y piedra. El embalse formado por la presa inunda 1,000 cuerdas de terreno y tiene una capacidad disponible de 33,000 acre-pies, equivalentes a 39,500,000 metros cúbicos. Este volumen es suficiente para cubrir las 11,300 cuerdas que hay bajo riego actualmente a una profundidad de 3 pies.

El canal de derivación conduce las aguas del embalse a los terrenos regables a través de una región muy montañosa, recorriendo unos 16 kilómetros. La construcción de este canal fué una obra muy difícil debido a lo accidentado del terreno y a la falta de vías de comunicación para el transporte de materiales y equipo. El canal contiene 24 túneles con una longitud total de dos kilómetros y medio. Dos terceras partes de su longitud se han revestido de hormigón para reducir las pérdidas por filtración, pues el canal está situado en formaciones calcáreas muy porosas. Su capacidad es de 125 pies cúbicos, o 3,540 litros, por segundo.

A la terminación del canal de derivación las aguas se subdividen por los distintos canales y ramales de la red de distribución que las conducen a cada una de las parcelas regables. El sistema de distribución contiene 242 kilómetros de canales y unas 2,200 obras de hormigón, la mayor parte de las cuales son pequeñas.

Todas estas obras están situadas en la formación calcárea característica de la costa norte de Puerto Rico. Esta circunstancia exigió estudios especiales para determinar si habría pérdidas excesivas de agua por filtración a través de los numerosos sumideros y cauces subterráneos que existen en estas formaciones, y que se tomarán muchas precauciones, tanto en el embalse como en los canales, para evitarlas. Estos problemas han sido resueltos favorablemente, ya que el sistema está funcionando de un modo satisfactorio desde su inauguración en el mes de enero del año pasado. Aunque todavía hay filtraciones anormales en algunos de los canales principales, las secciones peores se van revistiendo de hormigón según va aumentando la demanda de agua.

El área regable de la zona se ha estimado en unos 15,000 acres. La Legislatura creó una Comisión de Riego con facultades para determinar cuáles terrenos deben ser incluídos en el distrito y estar sujetos a la contribución de agua que la ley les impone. Hasta ahora se han incluído 13,442 acres, pero el servicio está ofreciendo o entregando agua solamente a unos 11,300 acres. El resto del área incluída lo componen parcelas muy altas, aisladas o menores de dos cuerdas de extensión, a las cuales es muy costoso por ahora entregar agua.

Quedan pendientes 1,436 acres sembrados de palmas de coco y de yarey, los cuales han sido excluídos provisionalmente, aunque sus suelos se consideran propios para riego, por no tener sus dueños recursos para destruir los palmares y cultivar otros frutos bajo riego. Estos palmares rinden pocos beneficios y muchos de ellos han sido parcialmente destruídos por el ciclón.

El promedio de lluvia en Isabela es de 54 pulgadas anuales. Esta lluvia es no solamente insuficiente para muchas plantas, especialmente la caña, sino que está distribuída muy irregularmente. De la costa soplan casi constantemente brisas fuertes que evaporan una gran parte de la lluvia. Si a esto agregamos que el subsuelo es muy permeable, por ser calcáreo, y que el agua subterránea se encuentra a una profundidad de 50 metros (160 pies) en adelante nos daremos cuenta de la necesidad de implantar un sistema de riego en la zona. Los agricultores perdían con frecuencia dos y tres cosechas consecutivas de frutos menores a causa de las sequías. Este año ha sido muy seco y nos ha dado un buen ejemplo de lo que acabo de apuntar en aquellas fincas donde no se ha empleado el riego.

La dotación de agua asignada por la ley es de 4 acre-pies por acre al año, o 48 pulgadas, entregadas en la parte más alta de la finca que sea económico hacerlo, quedando por cuenta del regante la construcción de zanjas y la distribución del agua en el interior de la finca. Esta dotación agregada a la lluvia dan 102 pulgadas de agua al año. Se estima que solamente de 70 a 80 pulgadas podrán ser aprovechadas por la plantación, perdiéndose el resto por evaporación y filtración, y se considera que esta cantidad es suficiente para asegurar una cosecha lucrativa.

La dotación de agua se entrega a razón de 2 pulgadas cada 15 días de acuerdo con un plan de rotación, o de turnos, preparado de antemano. Como las entregas corren las 24 horas del día, por no ser posible funcionar el sistema en otra forma, los agricultores están obligados a construir pequeños lagos o depósitos de tierra para almacenar el caudal que les llega por la noche, pues el riego de noche no es económico.

A la terminación del canal de derivación hay una caída rápida del terreno que se ha aprovechado para desarrollar 1,000 caballos de fuerza utilizando como las dos terceras partes de las aguas antes de que sigan su curso por los canales de distribución. El sistema hidroeléctrico resultante de este aprovechamiento abarca los municipios de Hatillo, Camuy, Quebradillas, Isabela, Aguadilla, Moca, Aguada, Rincón y Añasco. Para fines de este año se espera tener entrelazados este sistema y el de "The Mayagüez Light Power & Ice Company", con el fin de establecer un intercambio de fuerza para beneficio mutuo. El sistema hidroeléctrico tiene un gran valor económico, pues los ingresos que se derivan de él se invierten en hacer frente a las obligaciones del servicio, y reducen por lo tanto la parte que le corresponde sufragar a los regantes.

El sistema hidroeléctrico ofrece una oportunidad para mejorar un buen número de cuerdas de terrenos bajos situados entre Aguada y Añasco, drenándolos por bombeo. Estos terrenos se cultivan de caña y no solamente sufren inundaciones con frecuencia sino que conservan el nivel del agua en el subsuelo muy cerca de la superficie impidiendo el mejor desarrollo de la planta. También permitirá bombear agua económicamente para fines de regadío a ciertos terrenos altos situados dentro y fuera del distrito de riego.

El presupuesto original de estas obras, aprobado en 1923 fué de $3,325,000. En el año 1928 la Legislatura autorizó extensiones del sistema, no previstas en el proyecto original, consistentes en la construcción de una línea de transmisión de Aguadilla a Añasco y de un sistema de canales y planta de bombeo para regar 800 cuerdas de tierra situadas al sur del distrito que no fué posible incluir bajo riego por gravedad. Con este motivo el presupuesto fué aumentado a $3,450,000.

Las obligaciones contraídas por el Servicio del Riego con cargo a la construcción del proyecto son las siguientes:

Por emisiones de bonos autorizados en el año 1923	$3,325,000
Por préstamos autorizados en 1928	275,000
Total	$3,600,000

El costo del proyecto se ha excedido del presupuesto en $150,000, cantidad que es en realidad muy pequeña si se tiene en cuenta no solamente las grandes dificultades de orden técnico que con frecuencia surgen en obras de esta naturaleza, sino también el hecho de que inmediatamente después de aprobado el presupuesto original la Legislatura implantó el salario mínimo de $1 sin haberse hecho el aumento correspondiente en el presupuesto.

Estamos, pues, justificados en decir que la construcción del sistema de riego se ha llevado a cabo con éxito. Sin embargo, esto ha sido solamente el primer paso dado en el camino a recorrer para convertir la costa noroeste en una zona de regadío, pues la verdadera y final prueba de éxito depende de que los agricultores puedan aprovecharse de los beneficios que el riego les ofrece y al mismo tiempo pagar las cuotas de agua que la ley les impone para amortización de los bonos, pago de intereses y gastos de explotación del sistema.

La región Isabela–Aguadilla contiene un número extraordinario de pequeños propietarios. El promedio de superficie de las fincas incluídas en el distrito de regadío es de cerca de 20 cuerdas. Las propiedades mayores están dedicadas principalmente al cultivo de caña,—en las otras se cultiva una gran variedad de plantas, siendo las principales tabaco, algodón, maíz y otros frutos menores. Como es de esperarse, la mayoría de los regantes carecen del capital y de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la transformación de los terrenos de secano en regadío. Carecen además de organizaciones adecuadas para distribuir en el mercado y vender a precios remuneradores muchos de sus productos. Estos son los problemas a que hice referencia al principio y que deseo tratar ahora aunque sea ligeramente.

El Banco Federal ayuda en muchos casos facilitando dinero a un tipo bajo y plazos largos a base de créditos hipotecarios, para mejoras permanentes en la finca y para la cancelación de hipotecas. Este auxilio no es suficiente, pues el agricultor necesita también créditos refaccionarios. El Banco de Créditos Intermediarios podría ayudarles en este sentido por conducto de asociaciones cooperativas, pero desgraciadamente los regantes no están dispuestos a formarlas por temor y desconfianza de ellas, y por desconocimiento del modo como funcionan.

Varias centrales azucareras están refaccionando el cultivo de caña, estimándose que hay actualmente unas 5,000 cuerdas de regadío atendidas en esa forma. Quedan, sin embargo, de 8 a 10,000 cuerdas, la mayor parte en fincas pequeñas, dedicadas a otros frutos que reciben poca o ninguna refacción y que constituyen un serio inconveniente para el desenvolvimiento de la zona.

Los agricultores pequeños, y muchos de los mayores, están necesitados también de instrucción sobre los métodos más eficientes de cultivo y de riego, selección de semillas y aplicación de abonos. Hace año y medio funciona en el distrito una granja de experimentación y demostración, de 60 cuerdas, instalada por el Departamento de Agricultura, cuyos resultados son muy halagadores, considerando los recursos limitados con que cuenta. Ya el Comisionado de Agricultura, Sr. Chardón, solicitó y obtuvo este año de la Legislatura una asignación de $24,000 para el fomento agrícola de un distrito de riego, pero esta suma no ha podido hacerse disponible por defectos en la ley. Una asignación de esta naturaleza es muy necesaria para establecer campos de demostración en distintas partes de la zona y llevar hasta la casa del agricultor las instrucciones y consejos sobre asuntos agrícolas que él necesita, pues por desgracia aque-

llos que están más necesitados de estos auxilios son los que menos visitan las granjas.

El agricultor tampoco cuenta con mercado seguro y remunerador para sus productos a excepción de la caña, tabaco y algodón, y aun para éstos las condiciones no son muy satisfactorias. En cuanto a los demás frutos propios de la zona, si la producción aumentara grandemente bajarían los precios a menos del costo por falta de la organización debida que los lleve a aquellos mercados donde exista la demanda. La mejor solución para este problema está también en las asociaciones cooperativas pero, en vista de que no hay ambiente para ellas, habrá que aguardar a que la iniciativa particular se ocupe del asunto.

Las dificultades con que se confronta el agricultor han dado lugar a que algunos de ellos estén opuestos a la inclusión de sus tierras en el distrito de regadío y a que otros insistan en que se les reduzca el área incluída con el fin de bajar el montante de sus cuotas de agua. Es bueno advertir aquí que el sistema de riego se construyó a petición de los agricultores, y después de haberse obtenido,—pues así lo estipulaba la Ley del Riego,—el consentimiento de las dos terceras partes de los propietarios que poseyeran las dos terceras partes de los terrenos regables. Este consentimiento fué dado en los años 1919 y 1920 cuando los precios del azúcar eran altos y reinaba en la Isla el optimismo y la prosperidad. Las circunstancias actuales son muy distintas: los precios bajos que rigen para los principales frutos, los efectos del ciclón y la depresión económica han hecho el momento poco propicio para implantar el regadío en la zona.

Esta situación afecta naturalmente el desenvolvimiento económico del Servicio del Riego que depende, para atender a sus obligaciones, de las cuotas de agua y de los ingresos procedentes de la venta de corriente eléctrica. Las cuotas para los primeros años fueron rebajadas recientemente por la Legislatura para aliviar la situación de los regantes, quedando en esta forma: nada para el primer año de riego, $6 por acre para el segundo año, $12 para el tercero, $13 para el cuarto, y un máximum de $15 por acre por año desde el quinto en adelante. Las deficiencias entre los ingresos, y las obligaciones y gastos del servicio durante ese período, esto es, hasta el año 1934, serán cubiertas por emisiones de bonos.

Las obligaciones y gastos anuales del servicio para cuando se imponga la cuota máxima serán como sigue:

Amortización de bonos	$75,000
Intereses	189,000
Gastos de explotación y conservación	85,000
Total	$349,000
Ingresos estimados procedentes del sistema hidroeléctrico	$80,000
Quedando para repartir entre los terrenos incluídos	$269,000

Si el área que se incluyere definitivamente en el distrito alcanzare a los 15,000 acres estimados originalmente, los ingresos por concepto de cuotas de agua, a razón de $15 por acre, serían $225,000. Tendríamos, pues, un déficit de $44,000 al año, lo que significa que no es posible amortizar los bonos durante los primeros años a razón de $75,000, según fué previsto originalmente, pero sí a razón de $31,000. Una reducción razonable del área incluída no modificaría grandemente estas cifras, pues el agua excedente que entonces habría se podría vender, pero si la reducción fuere considerable puede ser que los ingresos del servicio no cubran sus compromisos. La solución al problema económico del servicio está, por lo tanto, en la inclusión en el distrito de un área regable mayor.

Aunque es muy probable que las propiedades muy pequeñas continuarán dedicándose a frutos menores, las demás tendrán que sembrarse por muchos años de caña, que es el único cultivo cuyos resultados bajo riego todos conocemos. Esto ofrece un buen campo a la iniciativa de personas emprendedoras de otras partes de la Isla interesadas en este cultivo, ya que los recursos de la localidad no son suficientes para explotar la zona de un modo intensivo en un corto tiempo. Deseo llamar especialmente la atención a los 1,400 acres de palmares acerca de los cuales hablé anteriormente, que forman en su mayor parte un solo bloque de terreno y que se prestarían muy bien al cultivo de caña en gran escala.

No hay datos todavía que demuestren a cuánto asciende la producción de caña por cuerda bajo riego. Al terminarse esta zafra tendremos algunos. Sin embargo, a simple vista se nota una gran mejoría en las plantaciones. Hay piezas que se cortarán en esta zafra estimadas en 40, 50 y en un caso hasta 70 toneladas por cuerda. El promedio de producción en la zona antes del riego era de 15 toneladas.

A pesar de las dificultades con que están tropezando los regantes se está haciendo un gran esfuerzo por desarrollar la zona. El área bajo cultivo a fines del año 1927, justamente antes de implantarse el riego, era de 35 por ciento del total, en el 1928 subió a 46 por ciento, y al presente es de 60 por ciento. Las indicaciones son, por lo tanto, halagadoras para el futuro.

El hecho de estar los terrenos regables principalmente en manos de pequeños terratenientes, sin recursos ni conocimientos para cultivar las tierras intensamente, tal como lo exige el riego, y la crítica situación del país hacen que el desenvolvimiento del distrito sea más lento que en la costa sur. El servicio en aquella costa se inició durante la guerra cuando los precios del azúcar eran altos, los terratenientes conocían y practicaban el riego desde mucho tiempo antes y la propiedad estaba en manos de pocas personas bien preparadas en cuanto a conocimientos y recursos.

Tenemos motivos para sentirnos optimistas en cuanto al porvenir de la zona de Isabela y Aguadilla. En las propiedades pequeñas se continuará la diversificación de cultivos, intensi-

ficándolos, con lo cual se podrá proveer a la Isla de una buena parte de los comestibles que hoy se importan. Con ello se desarrollará el tipo de agricultor y la clase de explotación agrícola que más conviene a un país densamente poblado como Puerto Rico. Al lado de las pequeñas propiedades crecerá la caña como cultivo principal propio para explotar en gran escala sobre bases económicas conservadoras.

Del éxito del sistema de riego de Isabela dependerá el que el Gobierno Insular continúe desarrollando nuevos proyectos de igual índole. Se han hecho estudios preliminares para extender este sistema a unas 5,000 cuerdas situadas en los municipios de Quebradillas y Camuy. En este proyecto se desviaría hacia el Guajataca, cerca de Lares, el río Yahuecas con lo cual se aprovecharía también un salto que produciría de 1,000 a 5,000 caballos de fuerza. El proyecto del valle de Lajas está aún pendiente, y así otros. Es evidente, pues, que el Riego de Isabela tiene un gran valor, no solamente para los regantes del distrito y el Gobierno Insular, sino también para todos los agricultores de la Isla y el país en general. Debemos, por lo tanto, prestarle nuestra mejor atención y cooperación para que sea un éxito económico en el plazo más corto posible.

El Cultivo de la Caña de Azúcar en Puerto Rico

Rasgos Sobresalientes en el Año 1929

Por *E. D. Colón,*
Ingeniero Agrónomo.

Hoy en día el cultivo de la caña de azúcar en la Isla es un sistema monocultural, que se sucede indefinidamente en las mismas tierras, excepto por cortos períodos. Las tentativas de rotación con leguminosas son pocas y vacilantes. El barbecho de pastos persiste solamente en relación con el mantenimiento de los animales de labor. Perfílase una separación, acaso inconsciente, de la industria cañera y la ganadería, de terrenos para caña y aquéllos para pastos. Además, el futuro cercano promete traernos tentativas positivas encaminadas a mecanizar las labores agrícolas donde sean practicables. Tenemos presente muy particularmente el arrimo de la caña desde el campo. Los principios de los sistemas científicos de rotación han resultado muy lentos e inadaptables, a la par que contrarios al poderoso movimiento mundial hacia la especialización. A propósito, sería prudente recordar que ninguna rotación de cosechas mantiene *per se* la fertilidad del suelo sin otra ayuda que la acompañe. Estos sistemas no debieron su origen a su eficacia como una fórmula recuperante para el suelo, sino como resultado de conveniencias políticas y sociales. Un terreno fértil en el trópico probablemente conserve mejor su contenido de nitrógeno dedicado a pastos que sembrado de leguminosas. Las bacterias simbióticas prefieren el nitrógeno del suelo cuando éste está en abundancia. Las leguminosas requieren, además, abonos minerales para poder producir resultados óptimos. Los químicos industriales obtienen ya nitrógeno del aire con más rapidez que lo que las bacterias de las nudosidades podrán jamás obtenerlo. Como apoyo a esta tesis citamos los trabajos de Latshaw y Swanson en Nebraska; Pieters en "The Journal of the American Society of Agronomy"; Greaves en Utah; Hopkins en Illinois y Russell de Rothamsted. Finalmente, el hecho escueto es que el agricultor de caña, voluntaria o involuntariamente, se encuentra en el presente en plena jornada hacia una agricultura intensiva especializada.

Estas nuevas orientaciones hacia las labores de especialización abren nuevos horizontes a la agricultura y la civilización. El Dr. Maxwell tuvo una gran visión cuando dijo en los albores de su histórico trabajo en Hawaii, que había espacio en un acre de caña para una cosecha de 15 toneladas de azúcar, si fuera posible conocer y dominar todos los factores de producción. Es sabido por todos nosotros que ese límite ha sido sobrepujado por sus sucesores. Un progreso uniforme y persistente en este sendero postula, como resultante ineludible, un avance inexorable hacia el dominio absoluto de los elementos de la producción y, a la vez, un creciente reconocimiento de las responsabilidades envueltas para con la sociedad. En algún rincón, detrás de las líneas de fuego, deberemos mantener a toda costa un núcleo de hombres en constante acecho como medida preventiva contra sorpresas en la jornada.

El dominio completo de los factores de la producción requiere medios: medios para investigar, medios para actuar y medios para premiar. Los tipos de arrendamiento son altos; las contribuciones resultan onerosas; el dinero está escaso. La maquinaria cuesta mucho. Las mejoras en grande escala tales como servicios de riego y drenaje, casas y vecindarios higiénicos, y nobles intereses colectivos, proporcionan otras tantas ocasiones para desembolsos. Aquellas entidades comerciales sin fondos de reserva acumulados durante épocas normales son deficientes orgánicamente y están expuestas a no poder resistir la presión de los años malos o la severidad del hecho económico: que la tierra eventual y forzosamente pasará a manos de las entidades que pueden ex-

plotarla con mejores resultados. La consecusión de una posición como la apuntada arriba debe ser uno de los objetivos principales de toda empresa. No ha parecido ser tan difícil realizar esta aspiración en el pasado cuando considerámos que el producto de la venta de las mieles de un grupo de centrales vecinas podría, a los precios corrientes, pagar en menos de veinte años el costo de un equipo completo de campo y la instalación de un servicio lujoso de riego y drenaje. Parece más difícil después del daño causado por el ciclón de San Felipe. Acaso sería buena política para el gobierno el encauzar algunas de sus inversiones en el futuro en mejoras permanentes que hacen falta en ciertas zonas de la Isla, y las cuales podrían llevarse a cabo felizmente sólo como resultado de una fusión irrealizable de compañías independientes hoy en día. No se aprovechan gran parte de nuestros cursos fluviales. Un alto por ciento de nuestras tierras de bajura son aún pantanos palúdicos improductivos que minan la vitalidad de los habitantes de la región. Cuando los holandeses comprendieron que su país era muy pequeño para ellos, buscaron tierras en el fondo de sus mares.

Aquí, en esta Isla, la tierra es de primordial importancia, tanto para la industria azucarera como para el público. Bajo las condiciones del sistema de colonos imperante, la necesidad perentoria de una cantidad suficiente de caña buena cerca de la factoría para su operación ininterrumpida y económica obliga a los directores a mantener el dominio de una buena porción de la cosecha y el terreno necesario para producirla. La propiedad de la tierra les asegura, además, el valor *par* de la factoría en toda época. Con una capacidad de molienda dada, cada facilidad adicional para riego tendería a reducir la proporción de tierra necesaria para una cosecha, librando así ciertas tierras marginales para otros fines. Por el contrario, los agricultores prácticos de regiones sin riego fijarán siempre sus esperanzas de éxito en un cuerdaje alto más bien que cifrarlas en la eficacia de las prácticas agrícolas intensivas en terrenos de secano; por lo que de este modo ocupan, sustrayéndolas a otros usos, las tierras más pobres, sin que les reporten a ellos gran beneficio. Quizás tengan razón. Su experiencia les ha enseñado que a pesar de sus rudos esfuerzos, no han podido nunca obtener un buen cosecho en años de sequía. Aparte del riego, el único modo de aumentar la cantidad de agua *de veras* a disposición de la caña es dejar que la lluvia descienda sobre un número adicional de cuerdas. No; retiro lo dicho. Hay otra solución todavía: esto es, por un aumento del tiempo durante el cual la lluvia pueda caer sobre la caña en desarrollo. En otras palabras, adoptando una proporción mayor de cultivos de larga duración como la gran cultura. Los cosecheros del sur se están aprovechando de este método, donde el cultivo de gran cultura asciende en algunos casos a un 40 por ciento del total. Es evidente, sin embargo, que una situación ventajosa como la descrita no existe donde la tierra disponible para la gran cultura asciende, digamos, nada más que a 10 o 12 por ciento del cuerdaje de cosecho anual, debido a la necesidad urgente de caña año tras año. En síntesis, tal como vemos hoy las cosas, una factoría sin suficientes tierras está maniatada. Una hacienda sin espacio suficiente para desenvolverse tiene, necesariamente, que ser lenta en su movimiento. Como quiera que la tierra de todas clases se ha estado vendiendo por mucho más de lo que justifica su beneficio neto anual, sólo una marcha forzada hacia la intensificación rompería este círculo vicioso.

Cualquier tentativa en esta dirección sería un contrasentido si no se cuenta con abundancia de agua. Todos están de acuerdo sobre este extremo. Desde la costa sur con sus sistemas de regadío públicos y privados; del distrito de Isabela con sus desgraciados problemas de riego; y de las regiones del litoral norte y este de la Isla con sus proyectos parciales de riego se levanta un clamor pidiendo agua donde no la hay, mucha más donde la encuentran poca, y siembras que regar donde no las tienen. Aunque hay oportunidades aquí de practicar una mejor conservación de las existencias, este clamor sabe lo que quiere. Hablando en términos generales, la caña de azúcar contiene más de un 70 por ciento de agua. Un cosecho de cincuenta toneladas necesita producir, por lo menos 100 toneladas de materia orgánica, y alza del suelo consigo mismo unas 70 toneladas de agua por acre al tiempo de la recolección. Se necesitan 80, 90, 100 pulgadas de agua, acaso más, de acuerdo con las circunstancias, durante el período de crecimiento para obtener tales y mayores tonelajes. Nuestras estadísticas basadas en registros verificados por un largo número de años nos indican que se puede esperar aproximadamente un promedio de siete a ocho quintales de caña por cada acre pulgada de agua recibida por la cosecha durante su crece en las fértiles vegas a que estas cifras se contraen. Suelos menos fértiles producirían un cosecho menor, naturalmente. Calcúlanse resultados análogos para una de las grandes haciendas de la zona sur por lo menos durante un año. No obstante, esta correlación no es de nuevo cuño. Rawson de Barbados nos ha demostrado que es posible pronosticar la producción de azúcar por acre con un error de apreciación máximo de 6.6 por ciento, si se conoce la precipitación del año anterior. Los estudios comparados de producciones medias de plantaciones regadas y no regadas carecen de valor ya que las condiciones existentes no son similares. Abundando en el mismo razonamiento, también carece de significación la comparación de los rendimientos promedios entre sistemas en que predominan las siembras de plantilla o retoño.

El agua recibida por un terreno en exceso de su punto de saturación óptimo debe drenar, de lo contrario causará daño a la caña. Esto significa que el drenaje es un factor importan-

tísimo que debemos considerar en todo momento. Desde que el río Portugués de Ponce desapareció por vez primera bajo la superficie para aparecer más allá del puente antes de desembocar en el Caribe, no ha habido duda alguna en cuanto al hecho de que el drenaje de la mayor parte de las tierras ricas de la costa sur es principalmente subterráneo. Tan es así, que no sería exagerado declarar, *a priori*, que una gran porción del caudal líquido destinado para regadío en las tierras más altas se levanta con bombas desde los sitios más bajos para usarlo nuevamente. No ocurre así con las tierras limosas bajas y aun con las francas de las secciones lluviosas en otros parajes. En todo plan de siembra siempre se han tenido en cuenta las medidas de drenaje. Se han considerado necesarios los surcos de desagüe (carriles) y las zanjas perpendiculares a ellos (cruceros), aun en las situaciones más favorables, y el sistema de *gran banco* en aquellas menos favorables. Generalmente, los suelos son tan finos y plásticos que los movimientos capilares y de gravedad de la humedad adquieren más lentitud. Durante una sequía prolongada el autor sostuvo el crecimiento de un predio experimental de cinco acres regándolo con una bomba centrífuga, la cual utilizaba agua del subsuelo que se había acumulado en un colector que cruzaba el campo con fines de drenaje. Se percibía el rumor de las aguas filtrándose a través de las grietas en su retorno hacia el mismo colector y a las zanjas perimetrales. Vino a nuestra mente aquella imagen de Coleridge:

> "Agua, agua en todo el confín
> y para beber ni un tomín."

A continuación copiamos el registro meteorológico para una zona típica:

Precipitación anual media:	
pulgadas	58.70
máxima	73.72
mínima	45.04
Precipitación mensual media:	
pulgadas	4.90
máxima	16.67
mínima	10.13

En el año 1922 la precipitación máxima en 24 horas fué 3.62 pulgadas en diciembre 1º. y 5.74 en diciembre 1 y 2, ó sea 48 horas. Hay aproximadamente 175 días de lluvia en el año comparados con 75 a 100 en la zona sur. Los meses de primavera, abril, mayo y junio, son los más secos. En mayo y noviembre ocurren, generalmente, las avenidas de los ríos. Un vasto proyecto de drenaje llevado a cabo en el distrito de Arecibo estaba llamado, de antemano, a fracasar por varias razones obvias. Dos pequeños proyectos (de 15 a 20 acres) de drenaje subterráneo con tubos fabricados aquí se pueden considerar satisfactorios desde varios ángulos además del rendimiento de caña, a pesar de que el nivel bajo de la tierra requería bombeo—lo cual no se hizo—para desalojar el agua cuando estaba la marea alta. Un experimento de 43.5 acres para drenar un campo por medio de bombas aumentó el tonelaje aproximadamente tres veces. Muy buenos trabajos de esta índole han sido realizados en las Centrales Mercedita y Canóvanas, radicadas en Ponce y Loíza, respectivamente. Pasto Viejo estaba haciendo mejoras en su proyecto la última vez que el autor lo vió. Se nos informó de la Central Eureka que ellos habían importado equipo para fabricar tubos de arcilla. No hemos tenido ningún otro informe sobre los resultados obtenidos allí. Se han levantado varias parcelas de demostración con drenaje subterráneo en distintos puntos de la Isla, bajo los auspicios de la Fundación Rockefeller.

Cuando no se puede gozar de todas las ventajas apuntadas arriba, cuando no controlamos la tierra o el agua, deberemos hacer mejor uso del factor tiempo. Si las lluvias y las sequías recortan una gran parte de los días disponibles para siembra, cultivo y crece; entonces, queda una sola alternativa: realizar el trabajo durante las temporadas favorables. Lo cual quiere decir que hay que efectuar estas labores en un corto espacio de tiempo. Una gran cultura temprana tendrá a su disposición mayor número de meses, los que se traducen en más lluvia y calor. Las siembras de primavera en enero y febrero tendrán mejor oportunidad de germinación y arraigo antes que la sequía las ataque. Se podría dejar para el próximo año los retoños de junio y julio y las primaveras tardías. Hemos apuntado anteriormente que semejante plan por fuerza necesitaría tierras adicionales preparadas con antelación y listas para la semilla de cogollo obtenida al comienzo de la zafra, o de los semilleros para las siembras de verano.

Surge aquí un factor que adquiere dimensiones gigantescas a medida que aceleramos el movimiento en la plantación: un equipo completo. Son necesarios cuatro juegos de arados de vapor, varios tractores, mil bueyes, además de caballos y mulas, para la marcha anual de una plantación de 3 a 4 mil acres en la costa sur. Aparentemente tendrían a su disposición ½ caballo de fuerza por acre de siembra. Este equipo costaría alrededor de $200,000. Es dudoso si las zonas norte y oeste promedian 1/6 a un 1/8 de caballo de fuerza por acre.

La escasez de fuerza motriz prolonga la labor hasta la temporada adversa. Huelga recordar lo difícil que resulta trabajar con máquinas en terrenos mojados. Hay que sembrar. Nos vemos obligados a usar el trabajo manual. Los clásicos hoyos en los bancos salvan la situación, pero los desembolsos son mayores. Esto nos recuerda al agricultor javanés con sus campos empapados de agua, donde acaba de cosechar su arroz. El no puede esperar a que el suelo se seque, y envía los zanjeros a hacer las zanjas. La divulgación del sistema de surcos es responsable de la economía de tiempo. Está siendo adoptado gradualmente en aquellos lugares en que hay que sembrar tierras francas o tierras francas arenosas bien drenadas. Es peligroso usarlo en tierras francas, limosas o arcillosas cuando éstas son bajas. El autor ha desarrollado un sistema intermedio entre el *chorro* clásico y el de *gran banco* levantando bancos de dos calles con

el arado con zanjas intermedias de desagüe, banqueando luego los terrones y la tierra suelta hacia el centro de cada banco por medio de una grada especial, y haciendo los surcos para las semillas en los bancos así preparados. De acuerdo con la clase de terreno, se hacen cruceros a mano o con la fullosa a intervalos adecuados. Cuando se hacen bien, los surcos para drenaje deben ser más hondos que los surcos para la semilla de suerte que haya el mejor desagüe posible. En tiempo lluvioso los surcos de drenaje se pueden hacer más profundos a mano donde el agua se estanca. Se evitan así el tener que hacerlos todos a pala, economizándose dinero y trabajadores cuando éstos están escasos. Sabemos que otros han ensayado este sistema, pero no tenemos noticias de los resultados obtenidos.

El hecho de que una plantación con riego tiene que conservar surcos abiertos para el desagüe, y una zona no regada sus zanjas para el drenaje ha reducido a un mínimo la labranza. De cualquier modo, esta cuestión del cultivo, excepto para el desyerbo, es un asunto muy debatido, desde que los resultados de los 125 experimentos realizados por los señores Cates y Cox del Departamento de Agricultura Federal fueron dados a la publicidad. El arrimo de la yerba y la paja en bancos alternados ha circunscrito el tema a la mitad del campo. En cuanto a la siembra de dos calles en banco, esta mitad incluye todas las zanjillas de desagüe.

Una cosa, no obstante, está clara en la mente del autor; que no se ha comprendido hasta recientemente las posibilidades de los retoños. Cada vez se hace más popular el cultivo profundo del retoño. Tonelajes de 30, 40 y 50 por acre son más corrientes ahora en primeros y segundos retoños. Parecería que las labores de desfonde antes de que los nuevos pichones broten darían resultados de incalculable valor.

Los factores cultivo, drenaje y riego producirán una cosecha de caña, pero la finalidad de todo agricultor, una vez su siembra en marcha, debería ser procurar un crecimiento máximo, de manera que la caña cierre cuanto antes. Le facilitaría mucho en la consecusión de este objetivo el abonar la plantilla bajo la semilla y el retoño, luego de cortado. Muchos de nosotros aguardamos demasiado para la primera aplicación del abono. Kilauea menciona un aumento de varios cientos por ciento con ese método. Aplicaciones más tardías no produjeron ni un 50 por ciento de aumento. Otra práctica que ha llamado la atención del suscribiente recientemente es el uso al cierre de abono mezclado, después de haber hecho antes una buena aplicación de abono nitrogenado. Sin embargo, sabemos positivamente que la potasa, y especialmente el ácido fosfórico deben aplicarse a la caña durante los primeros meses de su desarrollo. Recientes investigaciones nos indican que un aumento en la cantidad de potasa favorece mucho, y una última aplicación más liberal de nitrógeno, para así corresponder a un período más largo de crece. Con el advenimiento de los productos sintéticos nitrogenados hay indicios de verse modificadas las fórmulas para abonos y las prácticas en boga al presente. No serán comprendidos en su totalidad los beneficios derivados del uso de nuestra buena variedad de materias fertilizantes hasta tanto los compradores se compenetren de las necesidades nutritivas de la planta y el suelo. El uso de abonos, naturalmente, no puede servir de panacea para suplir la falta de drenaje, agua y otros factores esenciales. Son agentes químicos deseables en el suelo, nada más. La concentración de la solución del suelo como resultado de la aplicación de materias solubles durante períodos prolongados de sequía viene a agravar la situación, ya que ése es el verdadero efecto de la sequía en las tierras. Es decir, ocurre un aumento en las substancias solubles y bases reemplazables, como se ha probado una y otra vez por extracciones subsiguientes. ¿Cuántos de nosotros fertilizamos el cieno duro y seco que nos dejara el ciclón de San Felipe sobre nuestros campos? No había que abonar entonces. Ese cieno era un verdadero caudal de alimento. Todo lo que necesitaba era un poco de desintegración por efecto de los elementos atmosféricos, floculación y mezcla. Cualquier abono soluble en contacto con su alto contenido de materia coloidal hubiera resultado tan accesible al cosecho como los famosos tres mil ducados de Shylock después del veredicto de Porcia. Aun los terrenos corrientes con un contenido alto en coloides constituyen un problema difícil cuando se los quiere abonar con potasa. Asumiendo que los otros factores son favorables e invariables, el desarrollo de la caña de azúcar depende, dentro de límites razonables, de la concentración en la solución del suelo de materia nutritiva para la planta. Los análisis de suelos, la química agrícola, estudian esta solución de que hablamos. ¿Por qué no la consideramos seriamente como en el extranjero?

Por otro lado, nuestros mejores esfuerzos para obtener una buena cosecha pueden ser anulados por una variedad pobre. Está nos es provechosa únicamente cuando haya probado sus virtudes por varios años con registros satisfactorios de campo y factoría. El entusiasmo por las P.O.J. 2725 y 2878 ha disminuído considerablemente en muchos sectores, principalmente por su tendencia a florecer temprano, entre otras razones.

Esto constituye una desgracia. Las necesitábamos. Las variedades B.H. 10–12 y S.C. 12–4 ocupan las mejores zonas de la Isla; la última predomina en la altura, mientras la Barbados Híbrida ocupa la bajura. Aún hay sembrado mucho terreno con Uba y las variedades finas de Java como la P.O.J. 36. Se dice todavía que los resultados obtenidos con ellos son halagüeños. Mientras el objetivo primordial de la industria sea la sacarosa, el uso de variedades finas y leñosas es un rodeo y no una rectilínea al ideal. Las variedades Puerto Rico 800 al 826 nos parecen de porvenir en algunos casos. Podemos abonar

parecidos conceptos con respecto a algunas de la Estación Federal de Mayagüez.

Mientras nos deleitamos con el cosecho de una variedad como la B.H. 10–12, las plagas de insectos y las enfermedades están en constante acecho. Si tenemos ayuda técnica disponible, saldremos victoriosos de semejante ataque. Algunas de las variedades nativas parecen susceptibles a los ataques del taladro (*Diatraea*). Hemos anotado este dato especialmente desde San Felipe. Desde 1922 el autor no había sido testigo de tamaña infección de esta plaga. La siembra de primavera de 1929 y las de gran cultura siguiente necesitaron repetidas resiembras. En algunas zonas la plaga se ha tornado epidémica. Los métodos directos para su control son muy conocidos. Lo que no se conoce generalmente es la posibilidad de reprimir el daño decisivamente, llevando a cabo estas medidas repetidamente por uno o dos años. Las brigadas para controlar el barreno bajo las órdenes del autor fueron disminuyendo hasta que hubimos de retirar los últimos por falta de trabajo. Mucho se ha hablado sobre su represión por parásitos, pero hasta la fecha los parásitos autóctonos no son lo efectivos que nosotros desearíamos. Aquéllos que han sido importados no han tomado en serio su labor, o no han llegado a nuestras playas todavía. Al efecto, en Luisiana la última creciente del río Mississippi tuvo efecto análogo sobre la vida entomológica. Algunas especies aumentaron enormemente. Aquí el insecto fué favorecido por el ciclón aun en zonas que eran el depósito natural para la basura de los valles más altos. Uno solo de estos montones de basura cubrió aproximadamente 8 acres de un predio de 16. No se acostumbra quemar la basura regularmente en esta zona. Desde el punto de vista de esta epidemia, la presencia de basura en los campos parecía más bien motivo de molestia que de ayuda. El forzar el crece con abonos pobres en potasa, —práctica corriente—probablemente está produciendo una caña blanda, y, por lo tanto, menos resistente al ataque del barreno.

Otro legado del ciclón de San Felipe fué una plaga de orugas noctuélidas. Cuerda tras cuerda de plantilla ha pagado tributo a esta plaga. Aparte de los gastos incurridos, perdimos uno o dos meses de desarrollo, debido casi enteramente a la cantidad de resiembra. La más común de estas orugas en el valle de Manatí es *Laphygma frugiperda*, aunque *Mocis repanda* también hizo daño. Podemos recoger y aniquilar las larvas especialmente durante las primeras horas de la mañana antes de que desaparezca el rocío. Buscan abrigo bajo tierra y la basura para escapar del calor solar. También se esconden en los pliegues de las hojas. Una aplicación de 15–20 por ciento de verde de París, mezclado con cal hidratada, sobre el follaje y la paja es provechosa cuando se hace en el momento propicio.

El gusano blanco de los aberrojos *Phyllophaga* y *Diaprepo* han causado su daño acostumbrado, principalmente en la zona sur. Ha habido quejas del sur y el norte del daño que allí causan *Metamasius* y *Xyleborus*, sp., respectivamente. Los sapos importados a la Isla acaso contribuyan eficazmente en el control del gusano blanco y otras plagas. La búsqueda de parásitos de este insecto o del aberrojo parece estar en suspenso. Labores de arado profundas están sosteniendo los altos tonelajes a pesar de estos enemigos.

Una infección, ya acaso crónica, de anguílulas, unida a un ataque de larvas de los pequeños lepidópteros del suelo; idénticos o análogos a *Suffetula grumalis* de Seín, ha sido probablemente la causa principal de los fracasos acaecidos al tratar de obtener económicamente mejores rendimientos medios en los suelos residuales, empobrecidos por el largo cultivo, de las formaciones terciarias pertenecientes a la costa norte. Sospechando una infección de nematoides, a pesar del hecho que las hinchazones en las raíces no son típicas, el Dr. M. T. Cook bondadosamente realizó varios exámenes a instancias del autor. El consideró la infección de carácter serio. Varias medidas fueron puestas en práctica en las siembras nuevas de plantilla y, a la vez, nos decidimos a prestarle atención en el futuro. No se ha efectuado, que haya llegado a nuestro conocimiento, una investigación sistemática de los nematoides nativos. No sabemos que éste que ocupa nuestra atención en estos instantes haya sido clasificado aún. Los daños causados a la caña por los nematoides en Hawaii se deben a los géneros *Heterodera* y *Tylenchus*. Según noticias, infecciones severas motivadas por cualquiera de estas especies acusan síntomas exteriores los cuales se podrían atribuir a la decadencia del sistema de raíces. Es muy común aquí la infección de los *Heteroderas*. Esta especie es probablemente el agente causante de este daño y de las protuberancias encontradas en las raíces de la caña de azúcar. La hembra de *Tylenchus* no se hincha.

En cuanto a la enfermedad del mosaico en la caña de azúcar el *status* de los métodos de control adoptados en Puerto Rico es idéntico en mi humilde opinión, al descrito por el Dr. Faris en Cuba. Dice el Dr. Faris:

"En Cuba encontramos distintas zonas en cuanto a la rapidez de infección y una marcada relación de las estaciones con el desarrollo de la infección. Para nuestra conveniencia hemos dividido estas zonas en la siguiente forma:

1. aquéllas en que la infección secundaria es baja;
2. aquéllas en que la infección secundaria es moderada;
3. aquéllas en que la infección secundaria es alta.

"En las regiones en que la infección es baja, ha sido suficiente la siembra de semilla sana en el otoño para dominar la enfermedad sin necesidad de extirpar las cepas enfermas.

"En las zonas de infección secundaria moderada hemos obtenido algún éxito usando el método de extirpación recomendado en Puerto Rico. La vigilancia constante requerida, los gastos que se ocasionan, la individualidad de los colonos y otros muchos factores hacen muy difíciles la cuidadosa y continua aplicación de los métodos de extirpación.

"En aquellas zonas en que la rapidez de desarrollo de la infección alcanzó un grado avanzado, aun cuando ocurrió una pequeña infección secundaria en la caña sembrada en el otoño, no ha sido posible obtener un control efectivo con este método cuando se han sembrado variedades susceptibles. Por lo tanto, nos hemos visto obligados a sembrar variedades más resistentes . . . "

"Como quiera que las variedades resistentes de Java no son enteramente inmunes a la infección, ha surgido el dilema de si se deben extirpar las cepas afectadas."

"En un caso tenemos una siembra de P.O.J. 2725 en que un 20 por ciento de las plantas estaban infectadas en la plantilla y en el primer retoño la infección había descendido a un 4 por ciento, mientras que en los segundos retoños no advertimos plantas afectadas al cierre de la pieza. No hubo extirpación alguna en este caso, lo cual nos lleva a la conclusión de que la variedad se sobrepuso debido a sus facultades recuperativas."

La gomosis parece que ha perdido importancia debido al cambio de variedades. *Ligneria (Plasmodiophora)* todavía hace algún daño en terrenos húmedos. La gente no está preocupándose ahora con las enfermedades *Pokkah-bong, twisted-top* o aquellas especies más conocidas de *la mancha de la hoja.*

Un grupo crecido de personas cultas está muy interesado en la suerte que corra el proyecto arancelario, no solamente por su interés en el negocio sacarino, sino porque están también interesadas en la perspectiva social y pública de la Isla. La industria azucarera nativa se tornaría clorótica sin la protección tarifaria. Nuestra vida económica descansa sobre la prosperidad de esta industria hoy más que nunca. A pesar de esto, nuestra industria hoy, no comparte la simpatía de la mayoría de nuestro conglomerado social. Esto es de sentirse. La cooperación es necesaria. Algún esfuerzo debería hacerse por ambas partes para llegar a un entendido. Transacciones satisfactorias reemplazarían las huelgas, litigios con los municipios y las diferencias tan corrientes con los colonos.

Todos seremos beneficiados cuando se solucionen éstas y otras tantas diferencias. Cuando el problema de los colonos fué discutido en la asamblea general de los agricultores, se trajeron a colación varias ideas. Muchas de ellas carecían de equidad. Muchos colonos compran caña y la revenden a las centrales. Ningún hombre de negocios, ya sea colono o dueño de factoría, se someterá voluntariamente a un tipo fijo de pago para cañas de distinta calidad, molidas bajo distintas condiciones climatológicas y en molinos de distinta eficiencia. Semejante medida sería una infracción clara de la libertad de contrato y derrotaría todas las tentativas hacia el mejoramiento de la calidad de las cañas o el rendimiento de los molinos. Por otro lado, no vemos por qué no se podría usar una fórmula fija para determinar el valor total, en términos del azúcar cristalizable, de la caña remitida por el cosechero a la factoría o al intermediario, dejando la distribución de esta azúcar al libre albedrío de las partes contratantes.

Se ha adoptado en "Queensland" un sistema parecido. Allí se reduce la caña que ha de convertirse en azúcar a términos de sacarosa. Se toman en consideración el contenido de fibra y las impurezas de la caña. El repartimiento adecuado del total de azúcar aprovechable acabaría por establecerse y uniformarse *per se,* aunque no fuese por otra razón que por la necesidad de uniformar las liquidaciones quincenales.

La solución de esta controversia equitativamente contribuiría más que otra cosa a recuperar la confianza necesaria para una labor de entusiasta y eficaz cooperación.

Un mayor grado de sensibilidad hacia la responsabilidad social envuelta en todos los actos y políticas que puedan afectar el curso de una gran industria como la nuestra y de la vida de toda una comunidad, fortificará, con toda seguridad, la causa de la equidad, virtud esencial al bienestar social; una justicia dinámica, de tres dimensiones: en el negocio, a través de las masas y en lo alto en las esferas gubernamentales.

(Traducción)

La Asociación de Tecnólogos Azucareros de Puerto Rico

Por *Jaime Bagué, V. M. D.*
Sub-Comisionado de Agricultura y Trabajo

Amigos y compañeros:

Colón fué el primer agricultor de caña que vino a América. El Gran Navegante trajo, en el 1493, las primeras semillas de caña de azúcar que se sembraron en América. Más tarde Pedro de Atienza, en el 1505 o 1506 trajo otro lote.

La caña de azúcar, al igual que otros atributos inherentes a la civilización cristiana, llegaron a Puerto Rico en el 1515 o sea, siete años después de iniciarse el proceso poblador por don Juan Ponce de León.

En el año 1523 Tomás Castellón levantó el primer ingenio en la costa del oeste, y diez años más tarde, en el 1533, exportábamos para Sevilla las primeras 932 arrobas de azúcar de caña que Borinquen producía. Aquéllos, como todos los tiempos idos, fueron la gran época. Se establecía la industria con un empréstito de dos mil pesos y se pagaba en cuatro años, obligándose el hacendado a moler la caña de los estancieros conservando para sí, en pago a su esfuerzo, la

mitad del producto. Cito el hecho, porque de ahí arranca el sistema de pago a colonos que todavía subsiste. Estas fueron las ventajas que indujeron a Santaolaya a levantar su molino hidráulico al que le siguió el ingenio Loíza (1551) construído sobre las márgenes del río Loíza.

El siglo XVII nos castigó de una manera despiadada por la falta de comunicación con la metrópoli. Terminada la existencia de cobre, se suspendió la molienda. Pero cuando los Estados Unidos peleaban por su independencia, en el 1776, nosotros poníamos en el mercado 10,947 arrobas de azúcar de caña, y 78,884 botijas de melado producidos con la caña sembrada en 3,156 acres de tierras.

El siglo XVIII no se queda atrás en desgracias. Las guerras, las deficiencias de los molinos, las malas prácticas agrícolas y lo pobre de la caña criolla, hicieron sudar sangre al productor de azúcar de caña.

A pesar de que en los albores del siglo XIX, aparece el fantasma del azúcar de remolacha, la industria azucarera de Puerto Rico prospera debido a la exención de contribuciones decretada por el Gobierno sobre todo implemento agrícola, esclavo, etc., que se usase en las haciendas de caña; debido a la entrada al país de maquinaria libre de derechos arancelarios y a la implantación del tráfico marítimo directo con el extranjero y con otros puertos españoles además del de Sevilla. ¡Nunca pagará la industria a Ramón Power, portorriqueño vicepresidente de las Cortes de Cádiz, todo ese cúmulo de dádivas que para ella consiguió el ilustre hacendista! La variedad Otahití, llegada al país en el siglo XVII, fué la que proveyó la materia prima para el gran movimiento provocado por las medidas enumeradas y estimulado por la fincación en la Isla a los realistas que huían de la espada flamígera del Libertador. Allá, a esa época lejana, tenemos que remontarnos para encontrar nuestras primeras relaciones comerciales con los Estados Unidos, a quienes le vendíamos azúcar, melado y ron. ¡No se imaginaron aquellos hombres que andando el tiempo esos mismos Estados Unidos nos harían, por lo que el Presidente llama un experimento noble, cerrar los alambiques que le proveían de alcohol! La falta de crédito, la ignorancia de los métodos de cultivo, la abolición de la esclavitud, la carencia de transporte, y la enfermedad del Cuarto Departamento dieron al traste con la prosperidad de la industria.

Pasemos por alto datos de importancia como lo es la abolición de la esclavitud, fecha por demás gloriosa, en que el negro portorriqueño en forma mesurada, respetuosa y pacífica, asumió los derechos de ciudadano sin molestar, ni ofender a nadie en lo más mínimo, para examinar el ya enunciado tema de la enfermedad del Cuarto Departamento.

Allá por los cañaverales de Mayagüez, en el 1872, apareció una enfermedad misteriosa; pero sumamente dañina; pues de 178 millones de libras de azúcar que producíamos, bajamos a 155 millones en el 1874, a 162 en el 1875, a 147 en el 1876, y a 123 millones en el 1877. Para estudiar la situación y dictaminar sobre ella el Gobierno central nombró una comisión compuesta de los Doctores en Medicina Grivot, Grand Court y Agustín Stahl, y del Lcdo. José Julián Acosta. Es un hecho digno de anotarse que nietos del último, siguiendo las huellas del ilustre abuelo, son miembros distinguidos de esta Asociación. Aquella comisión no pudo indicar el origen del mal; pero sí encontró que las variedades de caña conocidas por Morada, Alistada y Cristalina eran resistentes a la enfermedad, mientras que la Otahití era muy susceptible. La comisión recomendó la introducción de nuevas variedades, y aunque éstas llegaron en el 1879 no fué hasta el 1887, años del Componte, que el infatigable y sabio naturalista Dr. Stahl las puso en venta. Esta enfermedad nos trajo la preponderancia del café cuya exportación en el 1879 superaba a la de azúcar, llegando a su auge en el 1896 cuando su exportación total llegó a tres veces la del azúcar de caña. Ya para esa época, en el año 1880, para ser más exacto, el General Despujols patrocinó la idea de que España concertase un tratado con los Estados Unidos que pusiese los productos del país en la columna de "favorecidos" en el arancel norteamericano. Anotamos el hecho, porque hoy, cincuenta años después, la industria sigue pendiente de ese arancel; aunque los vaivenes de los pueblos le permitan ir más lejos en este sentido que lo que se imaginó el General Despujols.

Otra ventaja que nos trajo la enfermedad fué que puso de manifiesto la imperiosa necesidad de fundar instituciones de carácter agrícola; pues el informe de la comisión nombrada, como había que enviarlo a algún cuerpo técnico para que diera su opinión, fué a parar, ¡pásmense ustedes!, a las subdelegaciones de Medicina y Farmacia. La consecuencia lógica de esta situación, fué que en el 1888 Doña María Cristina decretó el establecimiento de una Estación Experimental en Río Piedras y otra en Mayagüez. Los últimos directores de ambas fueron López Tuero y Quintanilla, respectivamente. Las obras del primero son de todos conocidas, y si todo el material trabajado por ellos se hubiese consultado, puede que no se hubiesen repetido errores ya anotados. Estos dos caballeros hicieron por la agricultura lo que a su alcance estuvo y lo que les permitió la indiferencia del medio ambiente.

Así las cosas, ocurre el cambio de soberanía y con ella vinieron la ley de corporaciones, las escuelas e instituciones y la facilidad de crédito ilimitado que permitió el establecimiento de las factorías modernas. En el 1900 se reorganiza la Estación Experimental de Mayagüez bajo la egida del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos; la Asociación de Productores de Azúcar funda en el 1910 la Estación Experimental Insular que en el 1914 cede al Gobierno de Puerto Rico, el cual, al fundar en el 1917 el Departamento de Agricultura y Trabajo, la adscribe al mismo. Hemos

sido testigos del desarrollo de la industria durante los últimos treinta años, hemos visto desaparecer los trenes jamaiquinos, las bateas de madera y otros artefactos para ser suplantados por tachos, filtros, prensas, centrífugas, etc., llegando hasta presenciar, con el establecimiento de una refinería que diluye 250 toneladas diarias, el funcionamiento en nuestra Isla del sistema Suchard para la producción de azúcar refinado.

En medio de todo ese progreso, en medio de esa marcha a paso de vencedores que llevaba la industria y que hizo que Zamacois bautizara al guarapo con el remoquete de *oro líquido,* se levanta Arecibo, el segundo departamento de la época española, "¡Eh, señores, mi caña está enferma!" Y allá fueron Stevenson, Smith, Earle y Chardon capitaneados por el entonces Director de la Estación Experimental Insular señor Edmundo Colón, a estudiar la nueva amenaza. Y mientras la enfermedad de Arecibo se extendía y el colono temblaba, aquélla cambió de nombre y se apellidó "enfermedad de las rayas amarillas" que más tarde, cuando se comprobó definitivamente la naturaleza de la misma, se conoció con el de "Mosaico de la Caña de Azúcar". Luego vino el famoso experimento de variedades de Mr. Earle en Santa Rita, y el no menos notable de Chardon y Veve en Fajardo donde se probó la acción trasmisora del *Aphis Maidis* en la diseminación del mosaico.

Toda esta serie de acontecimientos, todas estas situaciones apremiantes, demostraron la necesidad, por muchos años sentida, de intensificar el intercambio de ideas para que fuese de mayor provecho a la industria. En el 1922 López Domínguez enarboló con Andino las banderas de esta Asociación, y alrededor de ella se han agrupado los líderes del movimiento técnico de la industria azucarera de Puerto Rico.

Es motivo de orgullo que Franklin S. Earle fuese el primer presidente de la misma. Earle, por donde quiera que pasó sembró ideas y consejos valiosos. Cuba, Alabama y Puerto Rico saben de esos consejos. Su libro "Sugar Cane" es una admirable síntesis de todos sus desvelos por mejorar la industria azucarera.

Después de Earle tuvimos a Chardon, López Domínguez, del Valle y Colón. Hombres jóvenes y hábiles que han sabido labrarse un puesto en la industria.

Teniendo en cuenta el carácter técnico de la misma, todas sus deliberaciones se han mantenido dentro de los límites científicos. Si revisamos el caudal de trabajos aportados en cumplimiento de los programas que han regido sus reuniones, nos encontramos que los problemas de campo tales como cultivo, variedades de caña, fertilizantes, implementos agrícolas, etc., han sido extensamente tratados. Igual atención han tenido los problemas de fábrica, donde químicos e ingenieros mecánicos, de acuerdo con la tradición, han cruzado sus aceros intelectuales. Al mismo tiempo que hemos vigilado de cerca los problemas de casa, hemos tenido muy en cuenta los afanes del extranjero. A las dos reuniones de la Asociación Internacional de Tecnólogos Azucareros, la una en Cuba y la otra en Java, nuestros hombres han aportado sus experiencias y han hecho acto de presencia. Debe ser motivo de orgullo y de preocupación para todos que la próxima reunión de este Congreso se efectuará en Puerto Rico. Como estos problemas de carácter técnico se acentúan, es preciso que la Asociación continúe para bien de la industria y del país en general.

No debo terminar este trabajo sin declarar que a él han contribuído Fray Iñigo Abad, Don Salvador Brau, el Dr. Coll y Toste, el Dr. Miller y el propio López Domínguez. Quiero, sin embargo, aprovechar la oportunidad que se me presenta para aportar una idea. ¿Por qué no hemos de fundar en el país una Association for the Advancement of Science? Algo que sea una especie de recapitulación del pensamiento científico insular. Me parece que tenemos suficientes centros de investigación científica y organismos semejantes para poder dar, con donosura, el paso que aquí indico.

La Naturaleza Múltiple de la Vitamina *B* *

By *Dr. Joseph H. Axtmayer,*
Profesor de Química y Dean de la Escuela de Artes Liberales, de la Universidad de Puerto Rico.

Entre todas las materias y disciplinas científicas, la química es quizás la más vasta. Existen campos en la química cuyos métodos y objetivos son extraños para todos, salvo para el químico. Hay también importantes divisiones de investigación para éste que exigen una más amplia concepción de esta ciencia, que incluya, por una parte, a la física, y a la fisiología o biología por otra. En los años recientes el ensanchamiento de la química hacia la fisiología y la creciente costumbre de hacer uso de animales como materias y reactivos de laboratorios, especialmente en la química del alimento y la nutrición, ha tenido como resultado el descubrimiento de un grupo completo de substancias cuya existencia se ignoraba anteriormente, pero que en la actualidad se reconocen como factores absolutamente esenciales en la nutrición, y, por consiguiente, en cual-

* Trabajo presentado ante la Asociación de Tecnólogos Azucareros de Puerto Rico, enero 5 de 1930.

quier concepción adecuada de los valores alimenticios. Estas substancias, comúnmente llamadas vitaminas, son sujetos químicos, a pesar de que aún no han sido identificados. En este respecto, ocupan una situación similar a la de las encimas tal como la tialina, etc., las toxinas y antitoxinas. Al igual que estas últimas substancias conocemos las vitaminas por sus efectos fisiológicos, más bien que por el hecho de poder identificarlas (como sucede con substancias similares) partiendo de sus propiedades físicas. Pero de la misma manera que una substancia supuestamente identificada por virtud de sus propiedades físicas, puede diferenciarse aún más mediante nuevas investigaciones, o, así como una reacción que se suponía característica de una substancia puede hallarse que pertenece a dos o más, de la misma manera, repito, es posible que cualquiera de las vitaminas tal y como las conocemos actualmente, pueda resultar un compuesto de dos o más substancias de parecida o interrelacionada conducta química en la nutrición, mejor que una simple unidad química. Vale la pena comprender claramente que la posibilidad de este amplio desarrollo no le resta, sino que le añade importancia, a la completa y exacta comprensión del conocimiento que actualmente poseemos.

Cuando, gracias a la labor de muchos investigadores, entre los que Hopkins, Osborne, y Mendel, Sherman, McCollum y Davis, son acreedores de especial mención por la claridad con que han relacionado las vitaminas con la función normal de la nutrición, nos percatamos que por lo menos dos substancias anteriormente desconocidas son esenciales al proceso normal de la buena alimentación, McCollum propuso que se les llamara "A soluble en grasas" e "hidrosoluble B", y manifestó la creencia que esta última era idéntica con la substancia soluble en agua que Funk había llamado vitamina. Y para esa misma época la labor de Holst y Frólich aportaba sólida evidencia para sostener que la prevención del escorbuto depende de otra substancia esencial en la nutrición que se llamó entonces vitamina anti-escorbútica o hidrosoluble C.

En 1920 Drummond sugirió que la nomenclatura entonces en boga se combinara y simplificara nombrando las tres substancias Vitaminas A, B, y C, respectivamente—la omisión de la "e" final del nombre del grupo, (en inglés) le libertaba de la implicación original de que estas substancias eran aminas en su naturaleza química.

La terminología propuesta por Drummond pasó rápidamente al uso general y desde el 1920 todos los estudiantes significados en esta materia han reconocido la existencia de, cuando menos, tres vitaminas, A, B, C; sin embargo, quizás no todos han comprendido con igual claridad que cualquiera de estos términos tal y como se introdujeron originalmente puede, gracias a conocimientos adquiridos por nuevas investigaciones, incluir más de una sola substancia. Como cuestión de hecho, las subsecuentes añadiduras al alfabeto de las vitaminas han surgido más por diferenciación que por adición de conceptos nutritivos totalmente nuevos.

Mientras anteriormente los términos vitamina A y vitamina soluble en grasa se usaban indistintamente, en la actualidad se han diferenciado de los factores solubles en grasas no iguales a la vitamina A o con cada uno entre sí. Son éstas la substancia anti-raquítica llamada ahora usualmente vitamina D, y una substancia esencial a la reproducción (no tanto empero, como la vitamina A), que fué descubierta por Evans y primeramente designada por él como "X", ahora comúnmente denominada vitamina E.

Es un hecho conocido en la actualidad que lo que en el pasado se designó como vitamina B no es una cantidad elemental química, sino que comprende más de una substancia esencial alimenticia.

Desde los comienzos del conocimiento de las vitaminas se ha reconocido la necesidad de un factor anti-neurítico, tanto entre los mamíferos como entre las aves. Por una década se creyó generalmente que este factor anti-neurítico pudiera quizás ser idéntico a la substancia primaria de la alimentación hidrosoluble, que Mc Collum había designado como "hidrosoluble B". Nunca se tuvo esto por generalmente probado; pero, en vista de lo que parecía una posibilidad razonable, y en ausencia de terminante evidencia contraria, la mayor parte de los autores, tentativamente y por amor a la conveniencia y simplicidad, siguieron la recomendación de Drummond y usaron el término vitamina B en lugar de los dos términos anteriores: vitamina anti-neurítica e hidrosoluble B.

De tiempo en tiempo, algunos autores, especialmente Mitchell[2] en 1919 y Sherman y Smith[3] en 1921, en dos discusiones críticas, hicieron notar el hecho de que no toda la evidencia conocida concordaba con esta simplificadora suposición; y fué sólo lentamente (lentamente al menos en relación con el rápido historial del desarrollo de las vitaminas) como se acumuló tal preponderancia de evidencia experimental en pro de la naturaleza múltiple de la vitamina B que mereció la aceptación universal de los estudiantes interesados en estos problemas.

No es el objeto de esta conferencia discutir la prioridad del descubrimiento de la naturaleza múltiple de la vitamina B; ni tampoco poner de manifiesto los resultados de la labor de química pura que se ha realizado en la tentativa de aislar la vitamina anti-neurítica. Las publicaciones a que hacemos referencia aquí no se ofrecen como una completa bibliografía de la materia.

Emmett y Luros[4] en el 1920 usaron arroz sin descascarillar como única fuente de vitamina anti-neurítica para palomas y de vitamina estimulante del crecimiento, hidrosoluble, para las ratas. El arroz fué sometido también a diferentes tratamientos de calor y luego se usó como alimento para estos animales. La actividad anti-neurítica del arroz quedó aparentemente inalterada después de someterle al calor por espacio de dos a seis horas y demostró ser más inestable en forma de

extractos que en el arroz mismo. En los experimentos de alimentación de ratas el calor no produjo efectos aparentes. La posibilidad de que la dieta de arroz no sometido al calor contuviera mayor cantidad de las vitaminas que las que necesitan las ratas es asunto de discusión para estos autores. Concluyen que "estos experimentos sugieren, al menos de una manera tentativa, que las vitaminas anti-neuríticas (palomas) o la vitamina B, hidrosoluble (ratas), no son la misma y que sería mejor considerarlas como diferentes hasta tanto se probara lo contrario".

Funk y Dubin[5] han corroborado la manifestación de Emmett y Luros[4] al efecto de que la substancia en la levadura no es idéntica a la vitamina B (antineurítica); si levadura autodigerida se agita con una pequeña cantidad de tierra de Fuller, la substancia antineurítica por lo común es absorbida casi cuantitativamente, y si el filtrado se agita repetidas veces con una mayor cantidad de tierra Fuller, la substancia soluble en agua, estimuladora del crecimiento, llamada por ellos vitamina D, queda de igual manera, casi completamente eliminada.

Encontraron[1] que las palomas requerían solamente la vitamina "B", (antineurítica) mientras que las ratas que se alimentan de una dieta sintética, suplementada con aceite de hígado de bacalao que suministre las vitaminas solubles en grasa, y suplementada además con su preparación antineurítica de tierra Fuller, o con la tierra que contiene la fracción de la levadura que estimula el crecimiento, crecen poco y comienzan a morir después de dos meses. El aumento de la cantidad de cualquiera de estas dos vitaminas solamente, no produjo ningún efecto apreciable, pero la añadidura del compuesto que falta, causó el desarrollo en ambos casos. Entonces sugirieron que las ratas requieren dos vitaminas del tipo B para su crecimiento y perfecto desarrollo.

Levene y Muhlfeld[6] en el 1923, encontraron que ciertas muestras de levadura usadas como fuente de la vitamina B y que eran lo suficientemente activas para mantener el crecimiento normal en las ratas, no podían, empero, proteger de la polineuritis a las palomas que se alimentaron de arroz descascarillado, a pesar de que el contenido de vitamina B en las muestras usadas varió muy poco, comparativamente. Dos muestras de la levadura protegieron las palomas en dosis de medio gramo al día, una tercera dió resultados irregulares en dosis de un gramo al día, y una cuarta no pudo protegerlas aun en dosis de dos gramos día. Esto, de acuerdo con los autores, ofrece evidencia adicional para sostener el criterio de que el principio antineurítica y el estimulante del crecimiento no son idénticos, sino que, concluyen: "debe tenerse en consideración que la solución final del problema nos la dará sólo el conocimiento de la naturaleza química de los principios activos".

Kinnersely y Peters[7] en el año 1925, quienes también trabajaban primordialmente tratando de aislar la vitamina antineurítica, informaron la separación de una substancia altamente antineurítica que no causaba el aumento de peso en los pichones después de curados de los síntomas polineuríticos. Esto se interpretó como una evidencia sustentadora de la naturaleza múltiple de la vitamina B.

En el mismo año, Simmonds, Becker y McCollum discutieron tentativamente la misma posibilidad.

Hauge y Carrick[8] en el 1926, demostraron, por medio de experimentos con pollitos, que las vitaminas antineurítica y la estimuladora del crecimiento, hidrosolubles, no son idénticas. La levadura era pobre en substancia antineurítica pero rica en la substancia soluble en agua, promovedora del crecimiento; el maíz era rico en la anterior y pobre en esta última. La substancia antineurítica no promueve el desarrollo rápido mientras que una dieta capaz de promover el crecimiento rápido, no necesariamente evita la polineuritis.

Emmett y Luros[4] y Levene y Muhlfeld[6] usaron pichones y ratas para medir la substancia antineurítica y la promovedora del crecimiento. Desafortunadamente usaron dietas para los pichones que eran deficientes en substancias otras que las vitaminas solubles en agua. Además el experimento abarcaba diferentes especies y diferentes etapas de vida. Las ratas pueden desarrollarse normalmente sin padecer de polineuritis, cuando se les alimenta con dietas que contengan un tercio de la substancia necesaria para prevenir la polineuritis en los pollitos.

Smith y Hendrick[9] en el 1926 encontraron que una dieta de la siguiente composición:

Avena descascarada	40 por ciento
Caseína purificada	10 por ciento
NaCl	1.5 por ciento
$CaCO^3$	1.5 por ciento
Grasa de leche	10 por ciento
Almidón	37.5 por ciento

era inadecuada para producir el crecimiento normal que se obtiene mediante una dieta sintética con un 16 a 18 por ciento de caseína purificada y suplementada por la vitamina A, sales inorgánicas y vitamina B. Esto demostró que la dieta carecía de algún factor esencial. La adición de un 2 por ciento de levadura de cerveza seca que reemplazó a igual cantidad de almidón, dió como resultado una mejor curva de crecimiento, con menos variantes individuales, mientras que la adición de un 5 o un 6 por ciento de levadura de cerveza seca produjo una curva normal de crecimiento. Por consiguiente, la levadura de cerveza suplementa satisfactoriamente la dieta a base de avena.

Levadura de cerveza seca fué sometida al autoclave por 6 horas a una presión de 15—procedimiento que destruye completamente una parte del complejo de la vitamina B como queda demostrado por repetidas pruebas verificadas en ratas; esta materia se dió como alimento, a un nivel de 15 por ciento. Los resultados demuestran que al someter la levadura de cerveza a este procedimiento del autoclave, si bien se destruye parte del complejo de vitamina B, no altera

su eficiencia al suplementar la deficiencia de la avena. La dieta a base de avena no es, pues, deficiente en vitamina B (antineurítica), aun cuando se suministrara a un nivel de 40 por ciento, pero sí es deficiente en el otro factor presente en la levadura de cerveza sometida al autoclave que resiste ese procedimiento prolongadamente.

La proteína de la avena y la proteína de la caseína no se suplementan mutuamente, sino que ambas son suplementadas adecuadamente por la levadura de cerveza. Esto demuestra claramente que ambas carecen del mismo factor esencial. En otras palabras, una ración en la que la caseína purificada es la única fuente de la proteína, además de necesitar suplementarse con la vitamina B (antineurítica) y con otros factores esenciales conocidos, tiene también que suplementarse con ese factor desconocido y presente en la levadura, si se quiere hacer de ella una dieta adecuada.

Ratas jóvenes, pesando de 30 a 35 gramos, fueron sometidas a una ración que consistía de lo siguiente:

Caseína, purificada	18 por ciento
Sal mixt. (McC & D)	4 por ciento
2% picrato vit. B con lactosa (Seidell) (antineurítico)	1 por ciento
Aceite de hígado de bacalao	2 por ciento
Aceite de oliva	8 por ciento
Almidón	67 por ciento
	100 por ciento

Las ratas consumían de 1 a 2 mg. de este picrato al día, pero no mostraban ganar en peso durante las tres semanas. Cuando a la ración mencionada se le añadió un 5 por ciento de levadura sometida al procedimiento del autoclave, en substitución a una cantidad equivalente de almidón, los animales ganaron en peso rápidamente. La misma ración se les suministró con la levadura sometida al autoclave pero sin la mezcla del picrato con lactosa, y las ratas perdieron en peso y murieron en tres o cuatro semanas.

Siguiendo muy de cerca la aportación de Smith y Hendrick, apareció la labor independiente y prácticamente simultánea de Goldberger, Wheeler, Lillie y Rogers,[10] quienes encontraron una similar relación suplementaria al tratar de llenar los requisitos de crecimiento en las ratas jóvenes, entre la levadura sometida al autoclave (como fuente del factor estable al calor) y un extracto alcohólico de maíz molido (como fuente de la substancia antineurítica). Las relaciones de este trabajo con otras investigaciones de Goldberger y sus asociados referentes estas últimas a la pelagra humana y la más o menos análoga condición en los perros, conocida como *black-tongue* (lengua negra), fueron discutidas ampliamente. Goldberger y Tanner habían postulado en el 1925 la existencia de un factor dietético anteriormente desconocido, relacionado con la prevención de la pelagra (tentativamente designado como el "P–P", o "Vitamina Preventora de la Pelagra") y éste se cree ser idéntico al factor estable al calor en la vitamina B, ya que las ratas cuya ración carecía de este factor fueron descritas por Goldberger, Wheeler, Lillie y Rogers, de haber desarrollado los síntomas de la pelagra, después de cerca de nueve semanas de estar sometidos a esta dieta.

Goldberg y sus asociados han indicado la naturaleza múltiple de la vitamina B de la siguiente manera:

(1) Cuando a las ratas jóvenes se les da una dieta completa para el crecimiento, exceptuando el factor hidrosoluble B, y conteniendo como única fuente de esta vitamina tanto como 30 o 40 por ciento de levadura previamente calentada en el autoclave a 15 libras de presión por espacio de dos horas y media, las ratas pierden en peso rápidamente después de un pequeño aumento inicial, y luego mueren, con o sin síntomas de neuritis (deficiente en el factor antineurítico).

(2) Cuando a las ratas jóvenes se les da una dieta completa para el crecimiento, excepto en lo que respecta al factor "hidrosoluble B", pero conteniendo como la sola fuente de esta vitamina tanto como 40 por ciento de una preparación alcohólica extractada del maíz molido que puede aliviar o curar la polineuritis en la rata, el peso de esos animales, luego de un pequeño aumento inicial, se detiene y entonces declina.

(3) Pero, sin embargo, las ratas jóvenes se nutren con una dieta, como la anterior, completa en todo salvo en el factor "hidrosoluble B", pero conteniendo como fuente de esta vitamina tan poco como un 8 o 10 por ciento de la levadura sometida al calor en el autoclave, y tan poco como un 5 por ciento del extracto alcohólico de maíz molido, los animales crecen. Más aún, cuando ratas jóvenes se someten a una dieta completa para el crecimiento exceptuando el "factor hidrosoluble B", y conteniendo un 20 por ciento de carne de res fresca resecada como la única fuente de esta vitamina, estos animales, como es de sobra conocido, después de un pequeño crecimiento inicial, declinan en peso y mueren con o sin polineuritis (deficiencia del factor antineurítico). Pero, si por otra parte, cuando comienzan a aparecer los síntomas polineuríticos, se incluye en la dieta tan poco como un 5 por ciento del extracto alcohólico del maíz molido (40 por ciento del que, como única fuente del "factor hidrosoluble B" en una dieta no permite a la rata su crecimiento), los animales, si no están muy agotados, se curan de la neuritis y continúan su crecimiento. Evidentemente el extracto alcohólico del maíz contiene un factor esencial que cura la polineuritis (beri-beri) en la rata, y si bien no es un estimulador del crecimiento por sí solo, promueve o permite el crecimiento con una proporción adecuada de otra substancia que contenga el factor P–P, tal como levadura sometida al autoclave o carne de res (la cual por sí misma, dentro de ciertos límites, ni previene la polineuritis ni permite el crecimiento).

De suerte que la levadura sometida al autoclave y el músculo de res contienen un factor distinto de la vitamina antineurítica la que en combinación con ésta es esencial para el crecimiento de la rata. De los hechos presentados se desprende con proba-

bilidad que éste es lo mismo que el factor P–P, y algunos de los estudios en esta literatura tan confusa relativa a la identidad del complejo "hidrosoluble B" parecen estar en armonía con esta interpretación. En cualquier caso, los investigadores que realizan el experimento de la determinación de la vitamina B, deberán, de aquí en adelante, tomar en consideración dos esenciales (vitamina B *sensu stricto* y P–P), cuando anteriormente sólo uno se necesitaba considerar.

Es concluyente, primero, que el factor antineurítico (vitamina B *sensu stricto*) es distinto del factor P–P y no es por sí solo suficiente para asegurar el crecimiento de la rata; segundo, que si el término "hidrosoluble B" incluye, como han sugerido algunos investigadores, además del factor antineurítico otro llamado estimulante esencial del crecimiento (posiblemente idéntico al *bios* de Wildiers, éste, como el factor antineurítico, es, o inactivado por el tratamiento del autoclave, o no es en sí suficiente para asegurar el crecimiento de la rata; tercero, que el factor P–P o alguno asociado, y, en la levadura, como el P–P, factor termoestable (posiblemente el denominado factor estimulante del crecimiento) distinto de la vitamina antineurítica, mas no suficiente por sí para el crecimiento de la rata, es, en combinación con el antineurítico, esencial para el crecimiento de las ratas.

Salmon[11] en el 1927, experimentando con *soy beans*, habichuelas aterciopeladas, con hojas de estas últimas y con colzas, encontró que las semillas eran relativamente más poderosas para prevenir la neuritis y las hojas para promover el crecimiento. También describe una separación parcial de los factores antineurítico y promovedor del crecimiento, separación obtenida en virtud de la extracción por el alcohol y la absorción con la tierra de Fuller. El extracto alcohólico, en la forma de soluciones ácueas se sometió a un tratamiento para la eliminación de las substancias solubles en éter y de las substancias precipitables por el acetato de plomo, antes de tratarlas con el barro Fuller. Se sacó el extracto de las hojas con agua acidulada, en vez de con alcohol. (Las dimensiones del presente estudio no nos permiten tratar de detallar el método.) La continuación de esta labor ha sido descrita en un estudio posterior, por Salmon, Guerrant y Hays[12] en 1928, quienes informan que el barro de Fuller absorbe los dos factores, pero, bajo ciertas condiciones, absorbe más el antineurítico. Describen la preparación de hojas de habichuelas aterciopeladas, prácticamente libres, salvo por una pequeña fracción, del factor antineurítico, mas sin embargo, ricas en los otros factores.

Mientras tanto Chick y Roscoe[13] en 1927 informaron una serie de experimentos en los que varios extractos y preparaciones de levadura y de embrio de trigo se usaron, separadamente y en combinación, como alimento, con resultados que demostraban más aún la existencia en el complejo de la vitamina B, de más de un factor esencial para el crecimiento. Hassan y Drummond[14] en 1927, durante el curso de unas investigaciones con las posibles relaciones entre la vitamina B y el metabolismo de la proteína, obtuvieron independientemente evidencia de la presencia de dos factores promovedores del crecimiento en lo que se tenía por vitamina B.

La labor de Palmer y de Kennedy[15] (1927–1928), si bien es cierto que fué presentada desde un ángulo distinto, parece suministrar también gran acopio de evidencia relativa a la naturaleza múltiple de la vitamina B. Evans y Burr (1928) acaban de dar recientemente una clara demostración de lo mismo.

Williams y Waterman, 1927,[16] 1928,[17] sostienen que la vitamina B es de naturaleza tripartita, comprendiendo el factor antineurítico necesario a las ratas y las palomas, un segundo factor necesario a las ratas solamente, y una tercera substancia necesitada por las palomas, y no por las ratas. En el presente ensayo sólo los dos primeros factores mencionados han sido tomados en consideración.

Evidencia de una naturaleza más cuantitativa fué obtenida por Sherman y Axtmayer[18] en 1927, quienes midieron, por virtud de los promedios de un gran número de experimentos de alimentación, conducidos cuantitativamente, la riqueza relativa en los dos factores requeridos por las ratas, del trigo sin descascarillar, por una parte, y de la leche entera desecada, o levadura sometida al autoclave, por la otra. Que la calefacción en el autoclave puede destruir la potencia antineurítica de la levadura permitiéndola conservarse sin embargo, una buena fuente del otro factor, ha sido demostrado por anteriores investigadores, como queda explicado previamente. La presente investigación establece una marcada relación suplementaria entre el trigo y la leche desecada, siendo el primero (trigo) relativamente más rico en el antineurítico, y el segundo (la leche) relativamente más rico en el factor más estable al calor. Este estudio, suministra, pues, una base para la reinvestigación cuantitativa y la reinterpretación de los "valores de la vitamina B" en la alimentación, obtenidos anteriormente.

Hunt[19] (1928), confirmó la labor de Sherman y Axtmayer, encontrando también que el maíz (maize) era muy similar al trigo en lo que respecta a su contenido de los dos factores esenciales para el crecimiento de las ratas.

Hogan y Hunter[20] han informado recientemente que así como por medio del calor se puede destruir más o menos selectivamente el factor antineurítico, de igual manera el factor que es más estable al calor puede destruirse selectivamente exponiéndolo a la radiación ultravioleta.

De manera pues, que la naturaleza múltiple de la vitamina B es un hecho establecido por abundante evidencia de variadas y diferentes fuentes. Ya no resulta provechoso, aparentemente, realizar experimentos, o publicar estudios en los que la vitamina B (en el sentido que se ha venido dando al término) sea tratada como una entidad simple.

Pero los experimentos anteriores

están lejos de carecer en absoluto de valor. Sin la interpretación debida, pueden conducirnos por caminos erróneos, y resultarían entonces peor que inútiles; pero si se interpretan debidamente pueden suministrarnos información de verdadera importancia, especialmente en lo que se relaciona con el valor nutritivo de los alimentos. La mayoría de esos experimentos se han basado en el estudio de las ratas, animales que necesitan para su salud, para su crecimiento, y aun para mantener su peso normal, tanto la substancia antineurítica como la substancia más estable al calor.

Aquellos alimentos que por virtud de los experimentos en la alimentación de ratas, han probado ser buenas fuentes de la vitamina B, tal y como se la entendía anteriormente, actualmente parecen ser también buenas fuentes, tanto de la substancia antineurítica como de la vitamina más estable al calor.

Mas, si por otra parte, el alimento cuando se somete a pruebas para hallar la vitamina B indiferenciada—no da buenos resultados, no quiere ello decir necesariamente que sea pobre en estos dos esenciales, sino que puede ser una buena fuente del uno o del otro, y deberá, por consiguiente, ser sometido a pruebas para cada uno de los mismos, separadamente

Además, un alimento que ha probado ser buena fuente de ambos factores puede aún ser mucho más rico en uno que en otro, como han demostrado ser cierto las investigaciones anotadas arriba, en lo que respecta a la leche, semillas típicas y hojas verdes.

La leche y las hojas verdes, buenas fuentes de ambos factores, son relativamente más ricas en el factor más estable al calor. Cereales sin descascarillar y legumbres, fuentes bastante buenas de ambos factores, son relativamente más ricas en la vitamina antineurítica. Por consiguiente, tanto la leche como las hojas verdes, demuestran tener una relación suplementaria importante para con las semillas en lo que respecta a la vitamina B, al igual que se demostrara previamente con respecto a la vitamina A.

La discusión de la evidencia de la naturaleza múltiple de la vitamina B da gran importancia al hecho de que la calefacción en el autoclave destruye la vitamina antineurítica mas no el otro factor; por consiguiente, se hace referencia frecuente a este último como al factor más estable al calor. El hecho puede tender fácilmente a dar una impresión exagerada de la susceptibilidad de la vitamina antineurítica a ser destruída por el calor.

Por lo tanto, debemos decir algo de los estudios cuantitativos sobre la estabilidad e inestabilidad de la substancia antineurítica dada la importancia nutricional de esta propiedad en relación con los valores vitamínicos de los alimentos que han sido sometidos al calor o almacenados bajo distintas condiciones.

En su estado seco, en una reacción prácticamente neutral, la vitamina antineurítica es bastante estable bajo una temperatura de 100°C., sin mostrar destrucción o inactividad estimable después de 48 horas de sometida al tratamiento. Mientras que el mismo material calentado en agua por seis horas, a la temperatura de 100°C, demostró una pequeña disminución de potencialidad. (Sherman y Spohn,[21] 1923.) A pesar de que este experimento se llevó a cabo antes de haberse diferenciado el complejo de la vitamina B, es evidente que la substancia cuya estabilidad se midió, fué el factor antineurítico; ello nos parece así no sólo porque la llamada vitamina antipelagra es mucho más estable, sino porque la labor de Sherman y Axtmayer ha demostrado claramente que la leche de vaca es más rica en esta vitamina que en la antineurítica, de manera que la última ha tenido que ser el factor que limitaba el crecimiento de las ratas en los experimentos de Sherman y Spohn.[21]

En otros experimentos de Sherman y Grose,[22] 1923, y Sherman y Burton, 1926, se calculó la velocidad a que se destruía la vitamina B, a diferentes temperaturas, a su pH normal, 4.3, el jugo del tomate; y luego a diferentes pH3 a una temperatura constante de 100°C. Si bien es cierto que aún no se ha podido comprobar si la substancia antineurítica es el factor limitante del complejo vitamina B en el jugo del tomate, en consideración a la mayor estabilidad de la otra vitamina, parece prácticamente cierto que el experimento mencionado nos suministra, cuando menos, una medida aproximada de la velocidad con que se efectúa la destrucción o inactivación de la vitamina antineurítica bajo las condiciones anotadas.

TERMINOLOGÍA DE LA VITAMINA B

Se ha tratado tentativamente de llegar a una unanimidad en lo que respecta a la tan necesaria revisión de la terminología de la llamada "vitamina B". Los investigadores ingleses han sugerido que continuemos usando la letra B para designar el "complejo" B para el factor antineurítico, y B^2 para designar el factor más estable al calor.

Los investigadores americanos no han llegado a un acuerdo. Sherman quiere eliminar la letra B, y, siguiendo la costumbre de clasificar las vitaminas alfabéticamente en el orden cronológico de su descubrimiento, propone las letras F y G. La F para designar el factor menos estable al calor, (Funk, quien introdujo la palabra vitamina), y la G para designar el más estable (en honor a Goldberger). Por otra parte, McCollum prefiere conservar la letra B para el factor antineurítico y sugiere la letra F o G para el factor más estable al calor. Steenbock concurre con la proposición de McCollum pero Mitchell prefiere nuevas letras, a saber, la F y la G.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sherman, H. C., Jour. Chem., Educ.
2. Mitchell, H. H., J. Biol. Chem., **40**, 399, (1919).
3. Sherman and Smith, Monograph. Am. Chem. Soc.—The Vitamins.
4. Emmett, A. D. y Luros, G. O., J. Biol. Chem. **48**, 265, (1920).
5. Funk, C. y Dubin, H. E., J. Biol. Chem. **48**, 487, (1921).

6. Levene, P. A. y Muhlfeld, M., J. Biol. Chem. **48**, 341, (1923).
7. Kinnersely, H. W. y Peters, R. A., Biochem. J., **19**, 820, (1925).
8. Hauge, S. M. y Garrick, C. W., J. Biol. Chem. **69**, 403. (1926).
9. Smith, M. I. y Hendrick, E. G., U. S. Pub. Health Rep., **41**, 291, (1926).
10. Goldberger, J., Wheeler, G. A., Lillie, R. D., y Rogers, L. M., U. S. Pub. Health Rep., **41**, 297, (1926).
11. Salmon, W. D., J. Biol. Chem. **73**, 583, (1927).
12. Salmon, W. D., Guerrant, N. B. y Hays, O. M., J. Biol. Chem., **76**, 487, (1927).
13. Chick, H. y Roscoe, M. H., Biochem., J. **21**, 698, (1927).
14. Hassan, A. y Drummond, J. C., Biochem. J., **21**, 653, (1927).
15. Palmer, L. S. y Kennedy, C., J. Biol. Chem., **74**, 591, (1927). **75**, 619, (1927). **76**, 501, 607. (1927).
16. William, R. R. y Waterman, R. E., Proc. Soc. Exotl. Biol. Med. **25**, 1, (1927).
17. William, R. R. y Waterman, R. E., J. Biol. Chem. **78**, 811, (1928).
18. Sherman, H. C. y Axtmayer, J. H., J. Biol. Chem. **75**, 297, (1927).
19. Hunt, C. H., J. Biol. Chem. **78**, 83, (1927).
20. Hogan, A. G. y Hunter, J. E., J. Biol. Chem. **78**, 433, (1928).
21. Sherman H. C. y Spohn, A., J. Am. Chem. Soc., **45**, 2719, (1923).
22. Sherman, H. C. y Grose, M. R., J. Amer. Chem. Soc. **45**, 2728, (1923).

Suelos y Fertilizantes para Caña

Por *Isidoro A. Colón*,
Ingeniero Químico-Agrícola, Superintendente Químico de la Porto Rico Fertilizer Co., San Juan, Puerto Rico.

SUELOS

El concepto del suelo ha variado grandemente durante los últimos quince o veinte años. Es un sistema esencialmente dinámico compuesto de partículas minerales de diferentes formas y tamaños mezcladas con substancias orgánicas producto de la descomposición de residuos vegetales y animales. Estas partículas minerales son duras y químicamente inertes, pero están cubiertas con una capa gelatinosa y sumamente reactiva de coloides minerales y orgánicos que imparten al suelo sus propiedades más importantes, tales como permeabilidad, capilaridad, poder absorbente, tenacidad, contracción, adherencia, retención de agua, granulación, etc. El estudio de los coloides arcillosos y húmicos del suelo, empezado hace más de cuarenta años por el famoso químico holandés Jacobo Van Bemmelen y continuado durante los últimos diez años por K. K. Gedroiz en Rusia, D. J. Hissink en Holanda, W. P. Kelly en California y otros pedólogos eminentes en diferentes partes del mundo, ha revolucionado por completo la química del suelo y abierto nuevos horizontes y nuevos campos de investigación.

Según las últimas teorías las partículas pequeñísimas de arcilla y humus capaces de asumir el estado coloidal poseen cualidades especiales que no tienen las partículas de mayores tamaños, y es a estas partículas finísimas a las que el suelo debe sus características más notables. Al entrar estas partículas en solución coloidal se rodean superficialmente de una capa eléctrica cargada negativamente a la cual se adhieren los iones cargados positivamente, principalmente bases metálicas e hidrógeno, siendo las bases más importantes el calcio, magnesio, potasio y sodio. La facultad más notable de estos coloides es su poder de cambiar bases con soluciones de sales en cantidades equivalentes por peso. Tienen poca afinidad por los cloruros, sulfatos y nitratos, pero retienen fuertemente las bases como el sodio, potasio y amonio que desplazan del núcleo arcilloso cantidades equivalentes de otras bases, principalmente calcio. Los fosfatos se fijan en el suelo por precipitación de fosfatos insolubles, generalmente de calcio.

Las bases reemplazables del suelo tienen una grandísima influencia sobre la fertilidad de éste. Si predomina el calcio en el complejo arcilloso o húmico, el terreno estará en buenas condiciones físicas pues los coloides existirán entonces en el suelo en estado de hidrogel, o sea en estado de coagulación; tales terrenos resultan sumamente feraces, siempre que se les suministren los fertilizantes necesarios. Si por el contrario predomina el sodio (como acontece en los terrenos salitrosos de nuestras costas), las condiciones físicas del terreno serán pésimas, pues los coloides estarán en estado de hidrosol, o sea en estado de dispersión coloidal. Si predomina el hidrógeno, el suelo tendrá reacción ácida, las condiciones físicas serán poco satisfactorias, y si el grado de acidez excede cierto límite (pH4) pasarán a la solución del suelo iones de hierro y aluminio que no tan sólo son tóxicos a la vegetación sino que formarán fosfatos insolubles de hierro y aluminio que no pueden ser asimilados por la planta. De ahí los grandes beneficios que se derivan del uso de enmiendas calizas en terrenos ácidos, pues no tan sólo neutralizan la acidez e insolubilizan los compuestos tóxicos de hierro y aluminio, sino que el calcio desplaza al hidrógeno del núcleo arcilloso por lo que los coloides pasan del estado de dispersión al estado de coagulación lo que mejora notablemente las condiciones físicas del suelo. La reacción del suelo juega un papel tan fundamental en los fenómenos de nutrición vegetal, y los microorganismos del suelo, especialmente aquellos que fijan y nitrifican el nitrógeno, son tan sensibles a la

reacción del medio donde evolucionan, que es de suma importancia para el agricultor, si es que desea obtener cosechas remuneradoras, mantener la reacción de sus tierras alrededor de pH7 (neutro) ya por el uso de enmiendas calizas, ya por una combinación juiciosa de las materias fertilizantes que emplea como abono. Los experimentos demuestran que en terrenos de reacción neutral el calcio constituye aproximadamente el 80 por ciento de las bases reemplazables. Al aplicar enmiendas calizas debe tenerse sumo cuidado de no usar un exceso pues un medio alcalino es tan perjudicial como un medio ácido, existiendo además la posibilidad de saturar el núcleo coloidal con iones de calcio exclusivamente lo que causaría la coagulación del humus, estado en que no puede ser atacado por los microorganismos del suelo.

Por todo lo expuesto anteriormente se comprende la gran importancia que tiene el estudio cuidadoso del terreno en la selección de fertilizantes apropiados. Todo parece indicar que el suelo al igual que la planta tiene grandes afinidades por las sales fertilizantes, y que la cantidad y naturaleza de los alimentos que la cosecha obtiene, dependen grandemente de las reacciones que ocurren entre los coloides del suelo y las sales fertilizantes. El hecho que ocurre un intercambio de bases entre los abonos y la materia coloidal del suelo nos explica la razón por la cual es a veces beneficioso un cambio de fertilizantes, pues si un terreno se abona exclusivamente con sólo un elemento fertilizante por un número consecutivo de años, como sucede a menudo en la práctica, el complejo coloidal pudiera saturarse de este elemento nutritivo con exclusión de los otros, lo que lo imposibilitaría de suministrar a la planta las otras bases indispensables a su nutrición.

Los terrenos arenosos debido a su pobreza en coloides arcillosos y húmicos son sueltos, permeables y ligeros, retienen mal la humedad y su poder absorbente para los abonos minerales es pequeño, por lo que se debe tener sumo cuidado de no hacer aplicaciones fuertes de abonos solubles, pues una vez satisfecho su débil poder absorbente el exceso no fijado por los coloides pudiera ser arrastrado fácilmente por las lluvias. Es conveniente, pues, aplicar los abonos en dosis pequeñas y repetidas a cortos intervalos de tiempo. Para que estos terrenos sean productivos hay que añadirles materia orgánica como estiércol, cachaza, restos vegetales, abonos verdes y abonos orgánicos. Según algunas autoridades, el uso de nitrato de soda en pequeñas cantidades en terrenos arenosos es beneficioso pues tiende a mantener los coloides en estado de dispersión (hidrosol), lo que mejora las condiciones físicas de estas tierras que de sí son demasiado sueltas y porosas.

Las tierras arcillosas debido a su alto contenido de material coloidal son duras, compactas, frías, húmedas, y por lo regular de reacción fuertemente ácida, llegando en muchos casos a tener una concentración de iones de hidrógeno que varía entre pH4 y pH5. Retienen fuertemente las materias fertilizantes; por regla general contienen suficiente potasa, pero son pobres en fósforo y calcio. El uso juicioso de enmiendas calizas está indicado en estos terrenos según explicamos anteriormente. El sulfato de amoníaco y otras sales amoníacales tienden a aumentar la acidez de estas tierras, pues el ion de amonio desplaza al de calcio del núcleo arcilloso, del cual el amoníaco es substraído lentamente por los organismos nitrificantes del suelo, sin poner ninguna base en su lugar. Por esta razón estos terrenos ácidos no saturados tienen la facultad de absorber bases sin devolver una cantidad equivalente de otras bases, y debido a su pobreza en bases reemplazables demuestran gran avidez por ellas, entrando en competencia con la planta por adquirirlas, privando muchas veces a la planta de bases que como el amoníaco, la potasa y la cal son indispensables a la nutrición vegetal. El nitrato de soda debe usarse con mucho cuidado en estas tierras pues como el ion de sodio tiende a causar dispersión coloidal, empeoraría las condiciones físicas del terreno. La cianamida cálcica, nitrato de calcio y las escorias básicas de Thomas, por el contrario, dan magníficos resultados. No es prudente aplicar a estas tierras cantidades fuertes de abonos orgánicos pues debido a la escasa porosidad y aireación de estos terrenos se dificultaría la oxidación y nitrificación de estas materias, corriéndose el riesgo de formar un verdadero foco de putrefacción que sería perjudicial a la planta.

En las tierras calizas el factor que gobierna las propiedades del suelo es el carbonato de cal. Son por lo regular permeables, secas, poco tenaces y fáciles de cultivar. Su valor agrícola depende principalmente de su profundidad que es mayor en los valles que en las colinas. Son pobres en materias coloides que debido a exceso de cal se mantienen en la forma hidrogel. Su mayor defecto es la falta de humus y el agricultor debe tratar por todos los medios posibles de aumentar el contenido de materia orgánica de estas tierras. Por lo general son pobres en nitrógeno y potasa y ricas en fósforo. El sulfato de amoníaco y otras sales amoniacales deben usarse con precaución en tierras excesivamente calizas pues podrían ocasionarse pérdidas considerables de amoníaco al ponerse la sal amoniacal en contacto directo con el carbonato de calcio del suelo. Cuando la proporción de carbonato calizo de una tierra de labor excede ciertos límites, algunas cosechas, como la piña y la caña de azúcar (en menor escala), sufren ciertos trastornos en la nutrición que se manifiesta por clorosis de las hojas. Se cree que estos trastornos son debidos a la insolubilización del hierro y el manganeso por el exceso de caliza en el suelo.

Los terrenos humíferos (quedan pocos de ellos en Puerto Rico) son por regla general sumamente fértiles; están formados por una materia coloidal de color negruzco y de composición compleja conocida con el nombre de humus, producto de la descompo-

sición parcial de restos vegetales y animales de todas clases. Esta materia coloidal le comunica a la tierra arable cualidades altamente deseables; fija fuertemente los fosfatos y sales amoniacales y potásicas y mejora notablemente las condiciones físicas del suelo haciendo que sea más blando y permeable, más fresco y aireado, y que conserve mejor la humedad. Dichas tierras son por lo general pobres en ácido fosfórico, potasa y cal y ricas en nitrógeno. Estos terrenos ricos en materia orgánica ofrecen también un medio propicio al desarrollo de los microorganismos del suelo que fijan, amonifican y nitrifican el nitrógeno.

Los terrenos salitrosos se caracterizan por el exceso de sales que contienen que son nocivas a la vegetación, tales como los cloruros, carbonatos y bicarbonatos de sodio, potasio y magnesio. La condición física de estas tierras es poco satisfactoria debido a que los coloides que contienen se encuentran en estado de dispersión (hidrosol). El problema principal estriba en la eliminación de las sales perjudiciales, y en su transformación en sustancias inofensivas a las plantas. Estos terrenos se mejoran grandemente usando enmiendas calizas para que el calcio desplace al sodio del núcleo arcilloso con formación de una arcilla cálcica, eliminando luego el sodio por medio de un sistema de drenaje adecuado. El uso de superfosfato de cal en estas tierras da buenos resultados, no tan sólo por el ácido fosfórico inmediatamente asimilable que contiene, sino que también por la cantidad considerable de sulfato de cal que tiene. El análisis químico revela que dichas tierras son ricas en nitrógeno y muy pobres en ácido fosfórico y potasa; el nitrógeno que dichas tierras contienen no se halla en estado inmediatamente asimilable para la planta. Se debe usar en estos terrenos abonos que como el sulfato amónico, superfosfato de cal y sulfato de potasa, contrarresten el efecto de las sales del suelo, y las transformen en sulfatos inofensivos a la vegetación.

FERTILIZANTES

Según el Dr. C. E. Coates de la Louisiana State University, "la composición de las diferentes variedades de caña cambia considerablemente y es en gran parte determinada por la variedad misma, por la composición del suelo, cantidad y clase de abonos y condiciones climatológicas". Fernández García, actual director de nuestra Estación Experimental, promediando los resultados obtenidos durante dos años en una vega de aluvión virgen, encontró que una tonelada de caña Rayada toma del suelo 2.47 libras de nitrógeno, 0.93 libras de ácido fosfórico y 5.93 libras de potasa.

Los resultados de los experimentos de abonos verificados durante muchos años en Hawaii, Java, Barbados, Guayana Inglesa, Luisiana, Jamaica y Puerto Rico, demuestran conclusivamente que el nitrógeno es el elemento más importante en la fertilización de la caña de azúcar. El fósforo, cuya acción estimulante sobre el desarrollo de las raíces es bien conocida, es necesario en el cultivo de la caña especialmente en terrenos altos arcillosos pobres en fosfatos y bases reemplazables; sin embargo no produce resultados tan marcados como el nitrógeno; mientras que el potasio, al que hasta hace poco se le había prestado poca atención por creerse que la mayoría de los terrenos (especialmente los arcillosos) contenían cantidad más que suficiente de este elemento, está demostrando últimamente jugar un papel capital en la producción de altos rendimientos de azúcar por cuerda. Debe tenerse en cuenta que un terreno puede contener cantidades considerables de potasio en combinación con silicatos insolubles que no pueden ser aprovechados por la planta, y sólo aquel potasio que se encuentra en forma de base reemplazable unido al complejo coloidal del suelo está en condiciones de ser asimilado inmediatamente. La cantidad de potasio reemplazable del suelo es una fracción pequeñísima de su contenido total de este elemento y es susceptible a agotarse especialmente en terrenos lluviosos que han estado bajo cultivo durante muchos años. De ahí los magníficos resultados que se están obteniendo en la fertilización de la caña de azúcar con la aplicación de fuertes cantidades de sales de potasa.

El nitrógeno aumenta notablemente la superficie de la hoja pero no su poder de asimilación, por lo que muchas veces después de fuertes aplicaciones de nitrógeno a la caña, la hoja aumenta en tamaño y toma un intenso color verde obscuro, sin que haya un aumento proporcional en el crecimiento de la caña. El ácido fosfórico y la potasa, por el contrario, no tienen un efecto tan marcado como el nitrógeno en el desarrollo de la hoja, pero aumentan su eficiencia y su poder de asimilación. Son éstos, datos de suma importancia en la fertilización de la caña que demuestran la conveniencia de usar abonos completos y equilibrados, y lo ineficaz que resulta a veces la aplicación exclusiva de compuestos nitrogenados.

Según el Profesor D. E. Haley, del Pennsylvania State College, una de las funciones más importantes del potasio en el metabolismo vegetal es neutralizar los ácidos formados como producto de este metabolismo, y transportarlos a los tejidos más viejos que contienen cantidades mayores de calcio, donde son precipitados. Si estos ácidos no son neutralizados y removidos del sistema reactivo, la planta no se desarrolla normalmente y es menos vigorosa y resistente al ataque de las enfermedades. Por esta razón, aplicaciones liberales de nitrógeno que traen como resultado una formación excesiva de ácidos orgánicos en la planta, deben ser acompañadas de aplicaciones correspondientes de sales de potasio. El potasio es también indispensable a la formación de azúcar, almidón, celulosa y compuestos albuminoides en la planta, aunque no forma parte de la molécula de ninguna de estas substancias; para explicar este fenómeno se adelantan dos hipótesis: la primera lo atribuye a las propiedades radioactivas del átomo de potasio, y la segunda afirma que el potasio emite electrones en presencia de la luz solar y que la energía acu-

mulada en esta forma ayuda a la síntesis en la planta de azúcares, almidones, etc.

La experiencia parece demostrar que el nitrógeno retarda la madurez de la caña prolongando su período de crecimiento y disminuyendo la pureza de los jugos. El ácido fosfórico por lo regular acelera la madurez de las cosechas, pero no se ha podido probar que tenga este efecto sobre la caña de azúcar. Según J. A. Verret, Jefe de la Sección de Agronomía de la Estación Experimental del Hawaii, el ácido fosfórico y la potasa no tienen efecto alguno en la pureza de los jugos o su riqueza en azúcar, mientras que W. P. Alexander de la Ewa Plantation, sostiene por el contrario que en terrenos deficientes en potasa, aplicaciones de potasa no tan sólo aumentan la producción sino que mejoran la riqueza de los jugos. Los trabajos de McAllep de la Estación Experimental del Hawaii, demuestran que el ácido fosfórico juega un papel importante en la clarificación de los jugos, y que éstos no clarifican bien cuando el contenido del jugo en fósforo no llega a un cierto mínimo. Las experiencias de E. D. Colón, en la Central Plazuela, parecen confirmar estos resultados obtenidos por Mc Allep.

Los experimentos de abonos verificados durante los últimos años por nuestra Estación Experimental Insular en cooperación con algunas centrales tienden a demostrar:

1. Que aplicaciones altas de nitrógeno dan los rendimientos más altos. Las parcelas que recibieron a razón de 120 libras de amoníaco o más por cuerda dieron los rendimientos más altos, y las que no recibieron nitrógeno alguno no acusaron prácticamente ningún aumento en la producción.

2. El fósforo y el potasio se necesitan en cantidades variables tanto para la plantilla como para el tocón en los tres tipos de suelos en que se verificaron los experimentos.

3. El ácido fosfórico usado en exceso de 60 libras por cuerda disminuye aparentemente la producción.

4. Aunque las parcelas abonadas con cantidades mayores de nitrógeno fueron las de mayor producción, la mezcla de abono para plantilla y tocón que da mejores resultados, según estos experimentos, es la que suministra 80 libras de amoníaco, 30 libras de ácido fosfórico asimilable, y 120 libras de potasa soluble por cuerda. Se debe tener en cuenta que estos experimentos son resultados obtenidos durante dos años solamente.

En cuanto al efecto de las diferentes materias fertilizantes sobre la calidad de los jugos de la caña de azúcar, los últimos experimentos de nuestra Estación parecen indicar que las condiciones climatológicas tienen más influencia sobre la pureza de los jugos que los abonos.

La fórmula de abono mezclado para caña *standard* en Puerto Rico, la que más se usa, es la 12–6–5 (amoníaco, ácido fosfórico y potasa); últimamente está siendo desplazada lenta pero seguramente por fórmulas como 12–6–8, 14–6–8, 14–4–8, etc., siendo la tendencia general a aumentar la proporción de nitrógeno y potasio y disminuir el fósforo, en la mezcla de abonos. La costumbre es hacer una primera aplicación de abono mezclado a razón de 600 a 800 libras por cuerda, seguida un poco más tarde por una segunda aplicación de sulfato de amoníaco a razón de 300 a 400 libras por cuerda, teniéndose buen cuidado de hacer la última aplicación por lo menos 10 meses antes de la época en que se piensa cortar la caña de manera que tenga ésta tiempo de alcanzar su máximo de crecimiento y madurez.

En cuanto a la forma más adecuada de aplicar el abono hay diferentes opiniones: sostienen unos la conveniencia de aplicar el abono mezclado al hoyo en el momento de la siembra, mientras que otros creen más eficaz aplicarlo un poco más tarde después que la caña tiene tres o cuatro semanas de nacida. Si tomamos en cuenta lo expuesto anteriormente sobre el poder absorbente de los suelos y la fijación de bases por los coloides arcillosos y húmicos del terreno que en su mayoría se encuentran en la forma de hidrogeles de escasa movilidad, no podemos menos que llegar a la conclusión que mientras más cerca de las raíces se coloque el abono mejores serán los resultados a obtener. Si se aplican los abonos en la superficie serán fijados por los coloides que se encuentran en las capas superiores del suelo, no rendirán a la planta todo el beneficio que debieran y estimularán el crecimiento superficial de las raíces. Si por el contrario los abonos se aplican al hoyo al sembrarse la caña, aunque se corre el riesgo de que se pierda alguno, siempre estarán al alcance de las raíces y su efecto será más beneficioso. Esto, naturalmente, en cuanto a los fosfatos y sales de potasa se refiere. El nitrato de soda, que es sumamente soluble y no se fija en el suelo, puede aplicarse superficialmente (*top dressing*), con resultados satisfactorios. El sulfato de amoníaco, aunque es fijado por los coloides del suelo, se puede aplicar también superficialmente pues es prontamente convertido en nitratos por los microorganismos nitrificantes del suelo. En el caso de los retoños, debe aplicarse el abono mezclado a una profundidad de seis a siete pulgadas alrededor de la planta.

La introducción al mercado de abonos de los nuevos productos sintéticos nitrogenados alemanes como el leunasalpeter (sulfato-nitrato de amoníaco), urea, los nitrophoskas, calurea, nitrato de amoníaco, nitrato de cal, etc., a precios un poco más bajos por unidad que los de los otros fertilizantes, ha venido a introducir un nuevo problema de cuya solución se están ocupando activamente las estaciones experimentales del mundo entero, las cuales son las llamadas a resolver la conveniencia del uso por los agricultores de estos nuevos materiales fertilizantes. El inconveniente más grande que presenta hasta ahora su uso es la gran higroscopicidad de algunos de dichos productos y su pobre condición física que dificulta su aplicación uniforme al terreno.

Drenaje de Terrenos Poyalosos en Puerto Rico

Por *Manuel A. Vicente*,
Ingeniero Civil

Fué una gran sorpresa cuando, hace algún tiempo, recibí de vuestro meritísimo presidente una carta invitándome, sin admitir excusa ni evasivas, para que disertara ante tan ilustrada concurrencia sobre un tema que a mi entender es la primera vez que se trata públicamente. El crédito de la selección de dicho tema, tan interesante como de gran necesidad para la Isla, se debe al Sr. Colón única y exclusivamente.

El tema a desarrollar es el drenaje de los poyales o terrenos pantanosos de la Isla de Puerto Rico. El que habla ha tenido intervención directa o indirecta en el diseño y construcción de varios proyectos de drenaje y aunque ninguno ha llegado a su terminación completa, el éxito hasta ahora obtenido ha sido altamente satisfactorio.

Al considerar los terrenos poyalosos de Puerto Rico no debemos ocuparnos únicamente de los terrenos que a causa de su drenaje natural defectuoso durante las grandes lluvias se aniegan con el agua que sobre ellos cae o por avenidas de los ríos cercanos y por la incertidumbre de su estado seco o mojado no pueden dedicarse a otra cosa que a pastos, so pena de perder la cosecha de lo que en ellos se cultive, nosotros debemos ocuparnos de una gran extensión de terreno cercano a la costa y que a causa de la falta o mal procedimiento de drenaje está continuamente bajo el agua.

Sin exageración de ninguna especie puede asegurarse que existen en Puerto Rico de diez a quince mil cuerdas de terrenos reclamables, terrenos que, por haber estado largo tiempo sumergido y por ser formación de aluvión contiene todo el material fértil de que se ha despojado y que tanta falta hace en las montañas. Hay tierra de ésta que es puro abono y vegetal. Después de drenados estos terrenos propiamente sin necesidad de abono hemos visto obtener cosechas de 60 a 70 toneladas de caña de azúcar por cuerda.

Es verdaderamente extraño que un país donde la escasez de terrenos fértiles se deja ya sentir, donde hay un exceso extraordinario de población y donde se han gastado millones de dólares en sistemas de riego, no se haya hecho nada hasta la fecha para reclamar los terrenos cenagosos a excepción de contadas corporaciones privadas y en estos casos los trabajos han sido incompletos y de pequeña extensión.

El drenaje de los terrenos a que nos referimos deben considerarse no sólo bajo el aspecto de la agricultura sino también bajo el punto de vista sanitario y económico.

Bajo el punto de vista de la agricultura tendríamos de diez a quince mil cuerdas de los mejores terrenos hábiles para el cultivo. Sanitariamente el drenaje de los poyales evitaría la malaria y otras enfermedades que diezman nuestra población.

Económicamente estos terrenos que hoy a lo sumo valen veinticinco dólares por cuerda, aumentarían en valor hasta quinientos con una inversión conservadora de setenta y cinco dólares por cuerda lo que daría un beneficio neto de cuatrocientos dólares por cuerda.

Los terrenos reclamables de Puerto Rico están situados en el litoral de la Isla entre el pie de los cerros y un dique natural formado por la acción del mar y los vientos. Hay terrenos de éstos como los que se conocen comúnmente por manglares que quedan bajos, y otros a poca elevación sobre el nivel promedio del mar y el éxito de su drenaje depende de seleccionar un método adecuado y ponerlo en práctica eficientemente.

Aunque cada sistema de drenaje requiere un estudio especial, cuidadoso y detallado, explicaremos sucintamente el método aplicable a la generalidad de los casos delineando los requisitos y la manera a proseguir para llevar a cabo obra de tanta importancia.

Terreno.—Lo primero a considerar es la geografía del terreno y las causas que hacen acumular el agua en ellos; hay que estudiar detenidamente los ríos y otros cursos de agua cercanos, las avenidas de éstos, la elevación del terreno, y si está cerca del mar qué efecto tienen las mareas en el agua del poyal, si hay manantiales subterráneos que comuniquen con otros cuerpos de agua. Un plano topográfico exacto y detallado es de imprescindible necesidad tanto para conocer la tendencia natural del drenaje como para proyectar el sistema de zanjas más adecuadas y el emplazamiento de las bombas.

Lluvias.—Como el agua que se acumula en los poyales siempre puede trazarse a las lluvias, hay que hacer un estudio minucioso de la precipitación para determinar la capacidad de almacenaje de las zanjas y darles la capacidad hidráulica necesaria para hacer desaparecer el exceso de agua con rapidez y economía. De la precipitación depende también el tamaño de la planta de bombas. Las lluvias máximas y su duración son las que han de tenerse en cuenta. Afortunadamente en todo Puerto Rico existen estaciones metereológicas desde hace tiempo cuyos datos simplifican grandemente el estudio y proyecto de drenajes.

Método.—Los terrenos a que nos hemos referido anteriormente requieren el mismo método para su drenaje o sea la construcción de un dique encerrando el área a drenar para prevenir la entrada a aguas extrañas, construcción de un sistema de zanjas de suficiente capacidad hidráulica y establecimiento de una planta de bombeo que saquen el agua en un tiempo razonable. Es de gran conveniencia

hacer un embalse cerca de la planta de bombas donde se acumule el agua durante el tiempo que las bombas estén sin funcionar.

La selección del modelo de bomba así como de la fuerza motriz que ha de moverlas es de vital importancia; para la primera hay en el mercado infinita variedad a escoger, selección algo difícil, pues hay que tener en cuenta la altura máxima a que hay que subir el agua, la calidad de la misma si es salada, salobre o dulce, y el tamaño de las materias en suspensión que han de pasar por la bomba.

En cuanto a la fuerza motriz en Puerto Rico sólo puede escogerse entre el motor eléctrico y el motor de combustión interna. Las plantas de vapor debido al alto costo de combustible, su conducción y la calidad de las aguas hay que descartarlas por completo. El motor eléctrico, si se consigue una tarifa baja y si se pudiese prescindir de la línea de transmisión, sería el motor ideal para una planta de esta clase pues tiene la facilidad en el manejo, pero como todo drenaje tiene su mayor funcionamiento en épocas de lluvias y tormentas entonces es cuando las líneas de transmisión sufren sus mayores averías dejando a las bombas huérfanas de fuerza motriz. En cambio, el motor de combustión interna a pesar de requerir mayor atención y por personal entendido siempre está listo a funcionar y en cuanto al costo de funcionamiento en un estudio hecho por el autor de estas líneas, comparando el motor Diesel con el eléctrico, la corriente para este último tendría que suministrarse a razón de 1½ centavos el kilowatt (*flat rate*) en tarifa uniforme. Existe en la Isla cierta aversión a los motores Diesel pero es porque se compran motores de hace diez o quince años con motores eléctricos modernos; el condenar el motor Diesel hoy en día es no querer montar en automóvil por miedo a que vacíe una goma.

La selección de emplazamiento de la planta de bomba es de suma importancia para que su funcionamiento sea eficiente a la par que económico. La planta debe de estar lo más cerca del terreno que se aniega pues es un gran error en hidráulicas llevar el agua por largas zanjas a la planta sacrificando la eficiencia y economía a expensas de la comodidad de acceso.

Conservación.—Después de construído un sistema de drenaje surge el problema de conservación, y no es de esperar que el sistema funcione bien sin atención o en manos de personas que desconocen los principios fundamentales. Hay que mantener las zanjas a su sección transversal, y declive para que fueron diseñadas, así como también limpias de vegetación y derrumbes. Hay que conservar los diques a su altura y evitar que animales minen agujeros de un lado a otro; no debe permitirse que árboles crezcan sobre los mismos. La planta y la bomba deben estar listas para funcionar en cualquier emergencia y, piezas de repuesto deben proveerse con generosidad; hay que atender a un sinnúmero de detalles que de no proveerse a tiempo harán fracasar el cultivo que se emprendiese en el área drenada.

Aplicando este método que sólo a grandes rasgos se ha hecho es por descuido, negligencia o ignorancia.

Doy las más expresivas gracias a todos ustedes por la inmerecida como paciente atención.

La Producción del Azúcar en Puerto Rico

Por *Félix R. Hilera,*
Secretario de la Asociación de Productores de Azúcar.

Cuando uno de los eminentes autores en técnica agrícola se da a escribir sobre la caña de azúcar, abre el tema con un párrafo, o un capítulo a veces, en que relata la historia de la dulce gramínea; discute de dónde es ésta oriunda y termina diciéndonos que es indígena de unas cuantas regiones del Hemisferio Oriental.

Sin eminencia ni méritos; pero ordenanza de buena voluntad de este grupo brillante de técnicos azucareros, sentimos íntimamente la obligación de hacer historia antes de pasar el portal de la producción de azúcar en Puerto Rico. Por supuesto que haremos historia corta, para que sea igualmente corto el número de errores en que incurramos.

Es claro que no ha lugar a que entremos en disquisiciones sobre la vieja pregunta—¿qué fué primero: la caña o el azúcar? Puestos en el aprieto, nos decidimos por la caña, aunque tenemos aquí que recordar a un compañero de luchas por el mejoramiento de la industria azucarera en el orden económico—Mr. Harry A. Austin, de la United States Beet Sugar Association—quien, ponderando ante el Comité de Hacienda de la Cámara de Representantes Nacional, sobre el gasto de $300,000,000 que hace el pueblo americano anualmente comprando azúcar producido en el extranjero, se expresó como sigue:

"¿Qué es azúcar? Su análisis químico es C_{12} H_{22} O_{11}, lo que significa que 12 partes de carbón, más 22 partes de hidrógeno, más 11 partes de oxígeno, son igual a azúcar. Los científicos nos dicen que el carbón es mayormente luz de sol en una forma u otra, ya le veamos en forma de diamante, de carbón propiamente dicho, o de azúcar. Tomando los demás elementos, H_{22} O_{11}, y, dividiéndolos por 11, se obtiene H_2O, lo cual es agua. Por lo tanto, en el último análisis el azúcar es 12 partes de luz de sol y 11 partes de agua."

Ved, señores, qué cosa más sencilla. Puesto el origen del azúcar en la luz del sol y el agua, nos lleva la

historia—y ahora es sagrada—a épocas las más remotas; nos retrotrae a los gloriosos seis días en que el Creador hizo el mundo. Aquellos que no acepten ésta, la teoría religiosa, quedan en libertad de llevar el origen de la luz del sol y el agua, componentes del azúcar, a los tiempos en que se desarrollaran los acontecimientos, según la hipótesis de la consolidación de nebulosas de los sabios Kant y Laplace, o las más modernas teorías envueltas en la hipótesis de la agregación "planetesimal" del sabio geólogo americano, Chamberlin.

Como en Puerto Rico no se produce azúcar que no sea de caña, lógico es que tratemos de decir cómo y cuándo inmigró ésta a Borinquen, ala de un pájaro cantado en bellas estrofas por la ilustre poetisa Lola Rodríguez de Tió. Obvio es decir que Cuba, la otra ala del pájaro que cantara doña Lola, es de proporciones mucho mayores que esta ala, y por ello, quizás, es que tanto se inclina el ave de este lado, haciéndonos sentir un marcado desequilibrio.

Dícese que en su segundo viaje a América, don Cristóbal Colón, el descubridor, trajo a occidente las primeras cañas de azúcar que cruzaron el Atlántico. Esto ocurría allá para el año de 1493, llegando a la Española, que conocemos con el nombre de Santo Domingo, antilla a que cobró el Gran Almirante sus más caros afectos. Parece, pues, que estas primeras cañas procedían de España, a donde habían llegado a paso lento, emprendido desde lejanas regiones asiáticas en tiempos remotos. Las cañas que trajera el Gran Navegante no prosperaron; en realidad, no se encontró posteriormente descendencia de ellas, lo que ha dado lugar a la creencia de que se perdieron.

Una nueva importación fué realizada en Santo Domingo, en el año 1506. Esta vez se hizo posible la propagación, y cuenta la historia que ya en el año 1509 se fabricaba azúcar.

De Santo Domingo fueron traídas a Puerto Rico las primeras cañas de azúcar, en el año 1515. La gramínea se propagó con relativa facilidad en la Isla, registrándose el establecimiento del primer trapiche y aparatos para fabricar azúcar de miel, o melado, en el año 1523.

El desarrollo de la industria azucarera en Puerto Rico encontró un camino escabroso en extremo desde sus primeros tiempos. No empece ésto para que el azúcar haya constituído siempre la más importante fuente de riqueza del país. La verdad es que su prosperidad o su depresión, en todas las épocas, se han sentido siempre en todas las esferas.

Las crónicas de lo judicial, portorriqueñas, registraron el primer embargo de un ingenio azucarero en el año 1527, decretándose éste para el pago de deudas, sobre el que poseía en San Germán don Tomás de Castellón. Fué éste también el primero que se estableciera en el país.

El Gobierno de Puerto Rico, ya para el año 1546, se había dado a cooperar al fomento de la industria azucarera, facilitando dinero a préstamo para la fundación de ingenios. El Tesorero de la Isla, don Juan de Castellanos, tenía realizadas erogaciones, para entonces, montantes a seis mil pesos. El Rey de las Españas ayudaba también en este orden, prestando a don Alonso Pérez Martel, en el año 1549, la suma de mil quinientos pesos para montar un ingenio.

Hasta el año 1548, en que don Gregorio de Santa Olaya estableció en Bayamón el ingenio Santa Ana, equipado con hidráulica y caballería, sólo se fabricó melado en Puerto Rico. La Isla contaba con once ingenios para el año 1581, distribuídos: cuatro a orillas del río Bayamón, uno en Caparra, tres junto a las riberas del Toa, uno en Canóvanas, y dos en Loíza. Dos de ellos disponían de fuerza hidráulica para su explotación y los otros nueve eran movidos por fuerza animal. La producción anual de estos ingenios llegaba a 15,000 arrobas (cerca de 200 toneladas de 2,000 libras de azúcar), y ya ocupaba el primer puesto entre las riquezas del país.

Para esta época eran considerables las dificultades con que se confrontaba la industria, siendo las mayores las relacionadas con la economía. Muchos terratenientes se dieron al cultivo del jengibre, por sus mejores resultados económicos, quedando sólo ocho ingenios, con producción total de 3,000 arrobas (cerca de 40 toneladas de 2,000 libras) de azúcar, en el año 1602. El Gobernador, don Sancho Ochoa de Castro, alarmado ante semejante merma de la producción, sometió el asunto al Cabildo de la Capital en 1603, decretándose la prohibición de sembrar jengibre en las tierras de los ingenios azucareros.

El 12 de septiembre del año 1615, un huracán arrasó los ingenios que quedaban. Cuatro años más tarde, en 1620, se levantaron cuatro nuevos ingenios, ayudando a ello el gobierno en parte considerable. Para el 1644 había en el país siete ingenios de azúcar. El aumento de éstos continuó desde entonces y en 1776 el Gobernador O'Reylly informaba una producción de 10,947 arrobas (137 toneladas de 2,000 libras) de azúcar y 78,884 botijas de melado. El número mayor de ingenios establecidos en la Isla llegó a 643, reduciéndose a 505 para mediados del año 1878.

Aguada, Vega-Baja, Loíza, Naguabo y Maunabo tenían factorías centrales en el año 1880. Para esta época las Sociedades de Agricultura organizadas en el país, habían estudiado la posibilidad de construir grandes factorías centrales, llegando a la conclusión de que podían establecerse cuarenta y seis de éstas.

En 1899 había en la Isla 22 factorías centrales y 249 ingenios. De las primeras hay hoy 42 y los segundos han desaparecido por completo.

Agradezco la gran mayoría de los datos precedentes al ilustre historiador de Puerto Rico, Dr. Cayetano Coll y Toste, quien en su "Reseña del Estado Social, Económico e Industrial de la Isla de Puerto Rico", publicada en el año 1899, decía:

"La Isla de Puerto Rico con la debida protección gubernamental, y haciendo uso de los adelantos científicos modernos para la extracción sacarina, puede producir cómodamente más de 300,000 toneladas de azúcar, pues el año 1879 produjo fácilmente 168,303 toneladas."

La predicción del Dr. Coll y Toste,

en cuanto a la posibilidad de mayor producción, se ha cumplido con creces. Véase, si no, el siguiente estado que cubre un período de más de un siglo:

Años	Producción Toneladas de 2,000 libras	Años	Producción Toneladas de 2,000 libras
1828.....	9,391	1907.....	221,864
1830.....	17,008	1908.....	230,095
1835.....	21,928	1909.....	277,093
1850.....	56,064	1910.....	346,786
1855.....	50,719	1911.....	349,840
1860.....	58,007	1912.....	371,076
1865.....	50,527	1913.....	398,004
1870.....	95,825	1914.....	351,666
1875.....	81,097	1915.....	341,490
1880.....	110,865	1916.....	483,590
1885.....	98,081	1917.....	503,081
1890.....	64,118	1918.....	453,794
1895.....	66,087	1919.....	406,002
1896.....	61,486	1920.....	485,071
1897.....	63,560	1921.....	489,818
1898.....	70,480	1922.....	408,325
1899.....	70,285	1923.....	379,172
1900.....	49,200	1924.....	447,587
1901.....	91,536	1925.....	660,411
1902.....	113,152	1926.....	643,240
1903.....	115,576	1927.....	627,593
1904.....	153,096	1928.....	747,845
1905.....	166,088	1929.....	685,048
1906.....	229,480		

El siguiente estado de producción, relacionándola con el área bajo cultivo y la lluvia, es también de sumo interés:

Años	Caña Toneladas de 200 lbs.	Azúcar Toneladas de 200 lbs.	Acres	Toneladas de Caña por Cuerda	Toneladas de Azúcar por Cuerda	Toneladas de Caña por Toneladas de Azúcar	Rendimiento	Lluvia
1918-19	3,709,685.55	406,133	238,901	15.528	1 700	9.134	10.948	60.30
1919-20.....	5,281,971.10	485,887	240,151	21.994	2,023	10.871	9.199	64.02
1920-21.....	5,301,303.97	491,114	241,372	21.663	2.035	10.794	9.264	62.94
1921-22.....	3,650,955.73	405,936	244,180	14 952	1.662	8.994	11.119	62.63
1922-23.....	3,370,540.31	379,071	239,676	14.063	1.582	8.892	11.247	64.70
1923-24.....	4,252,708 27	447,973	236,600	17.974	1 893	9.493	10.534	51 83
1924-25.....	6,173,272.26	660,532	240,010	25.721	2.752	9.346	10.700	68.00
1925-26.....	5,436,479 00	606,464	242,745	2.396	2.498	8.964	11.155	58.16
1926-27.....	5,664,518.84	630,201	236,148	23 987	2.669	8.988	11.125	58.64
1927-28.....	6,405,388.81	751,331	237,746	26.942	3.160	8.525	11.730	81.80
1928-29.....	5,244,152.60	586,577	251,018	20.891	2.337	8.940	11.185	64.07
Promedio	4,953,725.13	531,929	240,777	20.574	2.209	9.318	10.738	63 37

Para el año 1930 esperamos una producción de 800,000 toneladas, más o menos. Las ciencias agrícola, química, mecánica y económica han creado esa gran producción. Pero el climax no se ha alcanzado aún. Vosotros estáis en el buen camino. Seguidlo como hasta aquí y nuevos y brillantes triunfos coronarán vuestros esfuerzos.

Variabilidad y Distribución de la Humedad en los Abonos para Caña Mezclados en Puerto Rico

Por *Pedro Quiñones,*

Químico, Armour Fertilizer Works, San Juan, Puerto Rico

(Trabajo presentado ante la Asociación de Tecnólogos Azucareros de Puerto Rico en su sesión de enero de 1930 en el Ateneo Puertorriqueño)

La humedad relativa y la temperatura de la atmósfera de Puerto Rico favorecen considerablemente la absorción de humedad por las mezclas fertilizantes. Como esta absorción afecta el valor comercial y agrícola de los abonos, (1) la situación creada por nuestras condiciones meteorológicas merece estudio.

LA HIGROSCOPICIDAD

De viejo sabemos que una infinidad de cuerpos orgánicos o inorgánicos absorben o exhalan humedad hasta crear un estado de equilibrio con el medio ambiente. Pero desde el advenimiento de los fertilizantes sintéticos, algunos de los cuales son muy delicuentes, la higroscopicidad ha adquirido universalmente actualidad inusitada. Aunque, comercialmente limitamos el término a describir aquellos fertilizantes que absorben humedad atmosférica de un modo notorio, científicamente la higroscopicidad es una propiedad inherente a todas las sales solubles.

Cuando se condensa humedad de la atmósfera sobre la superficie de una sal soluble, se forma una película de solución saturada que ejerce su propia presión de vapor. Para cada temperatura, el valor de esta presión es una constante característica para cada sal, y la humedad equivalente es el punto higroscópico de la sal a la temperatura dada. Así, una solución saturada de sulfato de amoníaco químicamente puro, a 30°C ejerce una presión de vapor que equilibra la del vapor de agua en un ambiente de 79 por ciento de saturación a la misma temperatura. Es decir que si la humedad relativa de la atmósfera, a 30°C, es mayor de 79 por ciento, el sulfato de amoníaco absorberá humedad y si es menor, la exhalará, hasta que, en ambos casos, se establezca un equilibrio de presiones entre la solución salina y el vapor de agua de la atmósfera. Es evidente, que estando hechos nuestros abonos esencialmente a base de sales solubles, su contenido de humedad no puede ser estable y tiene que variar con el estado higrométrico del aire.

COMPORTAMIENTO HIGROSCÓPICO DE LAS SALES COMERCIALES

Las estadísticas del Bureau del Tiempo (2) nos indican para los últimos 12 años los siguientes promedios de humedad relativa:

	9 A. M.	12 M	9 P. M.
Enero	80	75	79
Febrero	79	75	78
Marzo	76	73	77
Abril	75	75	78
Mayo	76	75	80
Junio	76	78	82
Julio	77	78	81
Agosto	77	77	81
Septiembre	78	77	82
Octubre	78	76	82
Noviembre	80	76	82
Diciembre	80	76	80
Promedio .	78	76	80

¿Cómo se comportan bajo este ambiente las sales fertilizantes y los abonos que usamos? Los nuevos productos sintéticos: urea, nitrato amónico, nitrato cálcico, calurea, nitrophoska, leunasal, y el nitrato de sodio, son tan manifiestamente higroscópicos que todo el mundo acepta sin discusión que las mezclas hechas a base de estas sales absorben humedad atmosférica rápida e intensamente. Es la higroscopicidad innegable aunque menos manifiesta, de otras sales y mezclas empleadas de viejo por la industria la que vamos a estudiar bajo las condiciones higrométricas reinantes.

Adams y Merz, (3) en su clásico estudio sobre la higroscopicidad relativa de diversas sales, nos indican que a 30°C el sulfato de amoníaco, el muriato de potasa, el fosfato monocálcico y el sulfato de potasa que son las sales casi exclusivamente usadas en nuestros abonos para caña, tienen los siguientes puntos higroscópicos:

sulfato de amoníaco	79.2 por ciento
muriato de potasa	84.0 por ciento
fosfato monocálcico	93.7 por ciento
sulfato de potasa	96.3 por ciento

A la luz de estos datos nuestro ambiente no parece ser propicio a la absorción de humedad por estas sales, pero hay que advertir que el estudio de Merz y Adams está hecho sobre sales químicamente puras mientras que las del comercio contienen impurezas solubles que aumentan considerablemente su higroscopicidad. El muriato de potasa, por ejemplo, contiene de 10 a 14 por ciento de cloruro de sodio, y vemos por el citado estudio de Adams y Merz que una mezcla de estas sales, a 30°C, tiene un punto higroscópico de 72 por ciento. De cualquier manera dentro de la movilidad del negocio estas sales no desarrollan individualmente altos percentajes de humedad siendo corriente encontrar de 0.5 a 2 por ciento en el sulfato de amoníaco y de 1 a 2 por ciento en el sulfato y el muriato de potasa. El fosfato monocálcico, si bien presenta generalmente de 6 a 12 por ciento de humedad, casi toda es agua de manufactura retenida fuertemente por las impurezas y el estado físico del superfosfato.

MEZCLA DE SALES SOLUBLES

Pero cuando se mezclan sales solubles, la higroscopicidad de la mezcla resultante es generalmente mayor que la de la sal más higroscópica mezclada, a no ser que disminuye la solubilidad o se formen compuestos dobles al extremo de impedirlo. En el complejo sistema físico-químico que resultan ser nuestros abonos para caña, la generalidad y la excepción a esta regla encuentran repetidas aplicaciones, prevaleciendo a la larga una mezcla de sales recíprocas de una higroscopicidad resultante muy acentuada sobre todo cuando se usa muriato de potasa. Y si aun consideramos que estas mezclas contienen invariablemente una substancia como el superfosfato, cuyo estado de finura le permite abstraer y almacenar con tenacidad el agua que absorben las sales, tenemos que esperar que bajo condiciones higrométricas favorables se desarrolle en ellas un percentaje relativamente alto de humedad.

ENSAYOS DE ABSORCIÓN

Diez muestras de cada uno de los abonos para caña más usados en Puerto Rico fueron tomadas en días distintos en el instante en que estos abonos eran ensacados y pesados para el expendio. Todas fueron pasadas por el tamiz de 1mm. para darles igual grado de finura y pesos aproximadamente iguales de las mismas fueron expuestos durante seis horas, a 30°C de constante temperatura en un ambiente de saturación conocida, obtenido introduciendo en un desecador una solución saturada y exceso de una sal de punto higroscópico conveniente. Los resultados que a continuación detallo son el promedio de diez muestras (de igual fórmula) de cada uno de los análisis dados.

A 75 por ciento de saturación, que es un por ciento menor que el promedio total más bajo (76 a las 12 M.) que nos indican las estadísticas del Bureau del Tiempo, la absorción fué como sigue:

Análisis			Por ciento de humedad absorbida (aumento de peso)
16	6–5	con muriato de potasa..	5.1 por ciento
14	6–8	con muriato de potasa..	3.5 por ciento
12	6–8	con muriato de potasa..	2.6 por ciento
12	6–5	con muriato de potasa..	2.3 por ciento
14	4–10	con muriato de potasa..	2.3 por ciento
12	3–8	con muriato de potasa..	2.2 por ciento
12	8–4	con muriato de potasa..	2.0 por ciento
14	6–6–8	con sulfato de potasa..	0.8 por ciento
12	6–5	con sulfato de potasa..	0.7 por ciento

Aun a 71 por ciento de humedad relativa, que es 2 por ciento menor que el promedio mensual más bajo (marzo, 12 M.–73) la absorción fué:

Análisis			Por ciento de humedad absorbida (aumento de peso)
14	6–8	con muriato de potasa..	3.4 por ciento
16	6–5	con muriato de potasa..	2.5 por ciento
12	6–8	con muriato de potasa..	1.9 por ciento
12	6–5	con muriato de potasa..	1.7 por ciento
12	3–8	con muriato de potasa..	1.7 por ciento
14	4–10	con muriato de potasa.	1.4 por ciento
12	8–4	con muriato de potasa..	1.4 por ciento
14	6–6–8	con sulfato de potasa..	0.3 por ciento
12	6–5	con sulfato de potasa..	0.2 por ciento

Y para que se vea la intensidad de absorción a grados higrométricos más altos, a 79 por ciento de saturación que es una humedad relativa frecuente en nuestra atmósfera, la absorción fué así:

Análisis			Por ciento de humedad absorbida (aumento de peso)
14	6–8	con muriato de potasa..	9.6 por ciento
12	6–8	con muriato de potasa..	7.9 por ciento
16	6–5	con muriato de potasa..	6.1 por ciento
12	6–5	con muriato de potasa..	5.6 por ciento
12	3–8	con muriato de potasa..	5.2 por ciento
14	4–10	con muriato de potasa..	5.0 por ciento
12	8–4	con muriato de potasa..	4.3 por ciento
14	6–6–8	con sulfato de potasa..	1.0 por ciento
12	6–5	con sulfato de potasa..	0.8 por ciento

En todos los casos expusimos como comprobación un peso conocido de sulfato de potasa químicamente puro, sin que registrásemos cambio alguno en el mismo. La mayor higroscopicidad que introduce el muriato de potasa, en comparación con el sulfato, es evidente. Aunque por defectos de técnica, o por causas que no vamos a investigar ahora, la absorción comparada de estas mezclas no es rigurosamente igual bajo todas las saturaciones estudiadas, los datos demuestran, sin lugar a dudas que hay absorción considerable, probándonos así, que la variabilidad del contenido de humedad en nuestros abonos para caña tiende a un aumento. Es verdad que en los abonos ensacados la pulveriza-

ción y la exposición no son tan favorables como en el experimento, pero en ellos el contacto es mucho más prolongado que las seis horas del experimento y la temperatura de cualquier almacén de abonos es superior a 30°C, sabiéndose que la higroscopicidad se intensifica con aumento de temperatura. Estos factores aminoran y a veces exceden el poder retardante que la envoltura y la menor pulverización ejercen en el caso de los abonos ensacados siendo frecuente encontrar en ellos, dentro de un mes después de mezclados aumentos desde 2 a 6 por ciento de humedad.

EFECTOS DE LA ABSORCIÓN

Pero ya sabemos que cuando el por ciento de humedad aumenta en un abono, los percentajes de los demás ingredientes disminuyen aunque hay un aumento en peso que compensa la aparente pérdida. Sin embargo, generalmente se computa el valor comercial de un abono considerando únicamente el análisis de las materias alimenticias sin tomar en cuenta la humedad. Conocida la variabilidad de ésta y siendo ella la que regula los percentajes relativos de los demás ingredientes es indudable que un análisis químico sin especificar humedad de la muestra, en nuestro ambiente resulta demasiado indefinido. De cualquier modo en la mayoría de los casos se toma la muestra con prontitud razonable después de expendido el abono y el aumento de humedad no es suficiente para alterar apreciablemente la garantía ofrecida. A lo más, un 12 por ciento desciende a 11.90 y aunque dentro de ley, atemoriza un tanto al comprador quien gusta de ver cifras como 12.20.

Pero hay veces que la naturaleza de la mezcla, las condiciones de almacenaje y la tardanza indebida en llamar a un tomador de muestras, se combinan para crear en el abono una condición que afecta seriamente la garantía estipulada. Si existen estadísticas sobre el contenido normal de humedad en mezclas como la del caso, se recurre a ellas para fijar aproximadamente la base de humedad a que el análisis debe tomarse, y para comprobar si en realidad la deficiencia se debe al exceso de humedad absorbida, se pesan los sacos para ver si el aumento en peso es proporcional al aumento de humedad. Pero, con frecuencia, el aumento en peso registrado es muy inferior al teórico. Esta anomalía, de la cual fuí víctima numerosas veces se origina muy directamente. Veamos.

TOMA DE MUESTRAS

Tomar una muestra de abonos es una tarea muy ardua. El fundamental trabajo del tomador de muestras aún no ha sido elogiado y apreciado merecidamente. Este hombre no es un trabajador manual. Para desempeñar sus funciones se necesita, y él tiene amplia preparación académica. Sin embargo, con frecuencia se espera que él, con o sin ayuda alguna, remueva un estiba de 500 o 1,000 sacos, bajo un baño de sal y sudor, para tomar la muestra. En estas circunstancias, calar cien sacos de abono, ciertamente, requiere el más alto grado de lealtad al deber. Es humano que la tendencia sea a perforar los sacos más accesibles que son aquéllos encima y a los costados de la estiba, y perforarlos "longitudinalmente, de extremo a extremo", *pero a lo largo de las capas laterales, a dos o tres pulgadas de profundidad*, donde la resistencia al tubo de muestras es menor. Una muestra tomada en esta forma no solamente no toma en consideración las alteraciones que la transportación introduce en la homogeneidad de la mezcla (*error que puede favorecer indistintamente al comprador o al fabricante*), sino que da resultados enteramente falaces desde el punto de vista de la humedad. De ahí, la importancia de que el interesado brinde ayuda manual apropiada al tomador de muestras.

DÓNDE SE DESARROLLA LA HUMEDAD

El estudio seccional de estos sacos más accesibles, encima y a los costados de la estiba, demuestra que la humedad se desarrolla principalmente en las primeras dos o tres pulgadas de las capas externas del abono:

Abono	Exposición	Humedad Original	Promedio de las tres primeras pulg.	Centro
	Días	%	%	%
12 6–5 muriato de potasa	15	3.21	5.44	4.27
12 6–8 muriato de potasa	15	3.16	5.90	4.00
14 6–8 muriato de potasa	15	3.28	5.43	3.77
16 6–5 muriato de potasa	15	3.42	6.37	4.38
14 4–10 muriato de potasa	15	2.74	5.61	4.67
12 8–4 muriato de potasa	15	3.88	6.67	5.57
12 3–8 muriato de potasa	15	2.42	6.72	4.56
16 2–13 muriato de potasa	15	1.80	3.88	2.91
12 7–10 muriato de potasa	15	3.48	5.58	3.71
14.6–6–8 sulfato de potasa	15	3.11	4.38	3.77
12 6–5 sulfato de potasa	15	2.88	4.25	3.07
Promedio		3.03	5.47	4.00

Asumiendo que estos abonos al ser ensacados contenían exactamente el por ciento de amoníaco garantizado y que el efecto de la transportación fuese nulo, si 15 días después se hubiesen extraído muestras de los mismos en la forma descrita, éstas hubieran analizado, respectivamente:

11.73% de amoníaco en vez de 12%
11.67 de amoníaco en vez de 12
13.70 de amoníaco en vez de 14
15.56 de amoníaco en vez de 16
13.60 de amoníaco en vez de 14
11.67 de amoníaco en vez de 12
11.48 de amoníaco en vez de 12
15.67 de amoníaco en vez de 16
11.75 de amoníaco en vez de 12
14.41 de amoníaco en vez de 14.6
11.84 de amoníaco en vez de 12

Estos datos son muy significativos si consideramos que nuestra ley de abonos sólo admite mermas de 0.1 por ciento de nitrógeno.

Más aún, los sacos interiores de la estiba sólo exhiben leves diferencias de humedad entre sus capas externas y centrales, de donde se ve que es en las capas laterales de los sacos exteriores de la estiba donde la humedad se desarrolla intensamente. Cuando se toma una muestra en la forma descrita, esta distribución irregular de la humedad en las capas del saco y en los sacos de la estiba es la causa de que el aumento en peso registrado sea inferior al teórico, ya que se está atribuyendo a todo el lote una absorción que sólo existe en parte del mismo.

Para obtener una muestra que verdaderamente represente el estado actual del abono, hay que distribuir el calado de modo que no prepondere en

cila una sección determinada. Esto puede conseguirse únicamente por la perforación proporcional de los sacos interiores y exteriores de la estiba y de las capas laterales y centrales de los sacos para lo cual entra en juego la preparación académica del tomador de muestras y se requiere ayuda manual complementaria.

HUMEDAD ORIGINAL

Es natural que en un ambiente donde la variabilidad del contenido de humedad en los abonos es tan manifiesta, que la cuestión de la humedad normal de éstos al ser ensacados y pesados para el expendio adquiera capital prominencia. Pero se requiere mucho trabajo experimental y extensas consideraciones para fijarla, ya que existe una multiplicidad de factores, tales como fórmula, análisis, curación, tamaño de la pila, humedad en los materiales, etc., que son los que determinan el contenido de humedad del abono al ser ensacado y pesado. Naturalmente que una cuestión de tal magnitud no puede tratarse como subtópico a este trabajo; pero, al pasar, deseo informar que los resultados de más de mil determinaciones de humedad hechas durante los últimos dos años sobre mezclas de todas clases, dan un promedio de 3.47 por ciento de humedad en el instante de ensacar y pesar el abono, o inmediatamente después. Aunque debo advertir que este promedio aún está inflado por los altos porcentajes de humedad desarrollados por numerosas muestras que estuvieron expuestas uno y dos días en el balde de muestras, cuando otro trabajo requirió nuestro tiempo. Aunque 3.47 por ciento es el promedio general, dentro de la variabilidad de los factores citados cada análisis tiene su promedio característico, lo cual debe tomarse en consideración cuando se desea fijar por estadísticas la humedad original de un abono, pues sería injusto a todas luces atribuirle la misma humedad a un 20–2–2; por ejemplo, que sólo tiene 1 por ciento, que a un 10–6–8 especial que tiene cinco.

En marzo de 1929 el inspector de abonos del Departamento Insular de Agricultura y Trabajo recorrió varias fábricas tomando muestras de los abonos al ser ensacados y pesados para el expendio. De estas muestras las que he examinado dan un promedio de 3.25 por ciento de humedad, cayendo, por lo tanto, dentro del promedio general arriba citado.

Estos últimos datos sobre la humedad normal no deben interpretarse como una insinuación a que se exija por la ley una garantía de humedad. Son únicamente una información experimental que nos sirve para fijar aproximadamente la humedad normal de nuestras mezclas permitiéndonos, así, determinar, a la luz de las cifras del análisis químico subsiguiente si es probable que la humedad del abono haya aumentado.

CONCLUSIONES

Diluídos en todas las consideraciones precedentes y aunque comprobados por una técnica muy susceptible de mejoración, pueden apreciarse los siguientes puntos:

1. que estando hechos nuestros abonos para caña, esencialmente a base de sales solubles, su contenido de humedad no puede ser estable y tiene que variar con el estado higrométrico del aire.

2. que bajo las condiciones higrométricas que prevalecen en Puerto Rico esta variabilidad se inclina a un aumento de humedad.

3. que la humedad absorbida reside principalmente en las primeras tres pulgadas de las capas externas de los sacos más accesibles encima y a los costados de la estiba.

4. que esta distribución irregular de la humedad en las capas de los sacos y en los sacos de la estiba, debe tomarse en consideración al extraer una muestra de abono pues de otro modo los resultados serán falaces y el aumento en peso efectivo no corresponderá al teórico.

REFERENCIAS CITADAS

1. "The Mechanical Properties of Fertilizers" by William H. Rose and Albert R. Merz, Am. Fert. Vol. 68 No. 3–Feb. 4, 1928.
2. U. S. Weather Bureau, San Juan. P. R. Station. Data obtained from their own records through the courtesy of Dr. Oliver L. Fassig.
3. "Hygroscopicity of Fertilizer Materials and Mixtures" by J. Richard Adams and Albert R. Merz, Ind. & Eng. Chem. Vol. 21 No. 4–April, 1929.

La Importancia de la Industria de Nitrógeno Sintético

Por *August C Strauss*
Director Agrícola de la "Synthetic Nitrogen Products Corporation"

Antes del año 1908 el nitrógeno para fines agrícolas se obtenía de dos ingredientes: nitrato de soda y sulfato de amoníaco. Pequeñas cantidades de guano del Perú e ingredientes de nitrógeno de casas empacadoras también se usaban, pero calculadas en toneladas del actual nitrógeno, la cantidad no era de gran importancia. En el año 1908 alrededor de 300,000 toneladas de nitrógeno de nitrato de soda y alrededor de 175,000 toneladas de sulfato de amoníaco como residuo de hornos de carbón, coque y plantas de gas fueron producidas. En total 475,000 toneladas de nitrógeno.

En los años de 1928 a 1929 la cifra de nitrógeno producida alcanzó alre-

dedor de dos millones de toneladas de las cuales se obtuvieron:

400,000 toneladas de nitrato de soda.
400,000 toneladas (de residuos) de sulfato de amoníaco.
1,200,000 toneladas producidas por la Industria de Nitrógeno Sintético.

De estas cantidades, 1,700,000 toneladas fueron usadas para fines agrícolas.

Si en los años de 1928 a 1929 la industria de nitrógeno sintético no hubiese existido, sin duda que para la agricultura en general, escasamente se hubieran podido usar estos ingredientes debido a su alto precio, o por lo menos, la ganancia del agricultor hubiera sido muy reducida.

Hoy en día la industria de nitrógeno sintético fija los precios para el mercado mundial.

De las cifras arriba mencionadas claramente se denota que en los años 1928 a 1929 tres quintas partes (3/5) del consumo de nitrógeno fueron suministradas por esta nueva industria, y hoy esta cifra es de mayor importancia.

En el año 1908 la primer cantidad de importancia fué lanzada al mercado en forma de cianamida de calcio y nitrato de cal (calcium nitrate), pero en 1913 la producción sintética total del mundo no era más de alrededor de 50,000 toneladas de nitrógeno, de cuya cantidad

20,000 toneladas procedieron de cianuro manufacturado en Noruega y Alemania,
20,000 toneladas de nitrato de cal manufacturadas en Noruega, y
10,000 toneladas de nitrógeno en forma de sulfato de amoníaco manufacturadas en Oppau, Alemania, por el proceso Haber-Bosch que es hoy en día muy importante para la industria en general. Casi cuatro quintas partes (4/5) de los materiales sintéticos hoy en día son producidos por medio de este proceso.

La pasada guerra ha tenido gran influencia de este desarrollo en Alemania, lo que indujo a que se procediera a la construcción de dos fábricas para evitar que hubiera escasez de nitrógeno durante la misma. Estas fábricas han aumentado desde el 1922 de manera que la producción hoy en día alcanza a 800,000 toneladas de nitrógeno, que calculadas en sulfato de amoníaco resultarían cuatro millones de toneladas y en nitrato de soda 5,300,000 toneladas.

Además de las factorías en Alemania y Noruega también existen otras en Inglaterra, Francia, Estados Unidos, Holanda, Bélgica, España, Italia, Polonia, Checkoeslovakia, Japón y Rusia. La superproducción de nitrógeno es notable en los años subsiguientes.

La lista que a continuación se copia dará una buena idea del desarrollo de precios de la producción sintética en comparación con productos agrícolas.

Unidades de cosecha necesarias para comprar 20 libras de nitrógeno:

	Amoníaco	Nitrógeno	Nitrato	Nitrógeno
	1910–14	1924–28	1910–14	1924–28
Algodón	24.5	12.8	24.4	16.6
Patatas	4.3	2.1	4.3	2.7
Trigo	3.4	2.0	3.4	2.6
Cuartillos de leche	35.2	18.1	35.1	23.5

Mientras los productos agrícolas, con la excepción del azúcar, aumentaban, el precio del nitrógeno disminuía. Este hecho es muy importante para el desarrollo de la industria de nitrógeno sintético. Hoy en día se usa más nitrógeno para la producción de cosechas con muchas más ventajas. Más unidades de cosecha pueden producirse de un acre con más ganancias para el agricultor ya que el gasto en abono devuelve un pago por lo menos de 100 por ciento a 300 por ciento.

La industria de nitrógeno sintético no se limita solamente a la producción de materiales ya en uso. Hay muchas más posibilidades para la fabricación de nuevos ingredientes de mucho más valor.

El primer ingrediente manufacturado y lanzado al mercado fué la cianamida de calcio, una forma absolutamente nueva de nitrógeno para fines agrícolas. Hoy se producen 180,000 toneladas de nitrógeno en esta forma. El nitrógeno en este material está en la forma amida. El proceso es muy fácil y el material final de un precio muy bajo, pero este ingrediente no es adaptable a cualquier sitio debido a que es venenoso por efectos de su radical de cianamida. La fórmula química es $CaCN_2$. Esta forma de nitrógeno está hoy perfeccionada por medio de la manufactura de *urea*, un ingrediente conteniendo solamente dióxido de carbono (*carbon dy-oxide*) y nitrógeno en la forma de amida cuya fórmula es $CO(NH_2)_2$.

El segundo ingrediente manufacturado en gran cantidad fué el nitrato de calcio (*calcium nitrate*) que también era una nueva forma para fines agrícolas y es muy parecido al nitrato de soda (*nitrate of soda*). En el nitrato de calcio la soda se reemplaza por medio de calcio por la misma cantidad de nitrógeno:

Nitrato de soda: $NaNO_3$.

Nitrato de calcio: $Ca(NO_3)_2$.

Calcio, en sí, es un alimento para la planta y muy benéfico para el terreno. Hoy en día se manufactura en Noruega y Alemania en grandes cantidades y es usada en el antiguo y nuevo mundo en gran escala.

La industria frutera en Puerto Rico ha tomado en consideración este material, y la industria azucarera lo usará en ciertos sitios con grandes ventajas para el futuro.

La mayor producción de materiales de nitrógeno sintético hoy en día provienen de sulfato de amoníaco (*Sulphate of Ammonia*), ingrediente ya bien conocido y con mercados bien establecidos. Por medio del proceso Haber Bosch en Alemania, el azufre (*sulphur*) necesario para la producción de este material, se obtiene de yeso, (*gypsum*) con la ventaja de que en el producto no hay ácido sulfúrico presente, caso que es muy común en el residuo sulfuro de amoníaco (*sulphur of ammonia*).

En Puerto Rico este producto sintético no se usa debido a que existe un recargo de $5 por tonelada de derecho, lo que hace el precio muy alto.

Cloruro de amoníaco (*ammonia chloride*) es también un producto de la industria sintética y es muy útil para ciertas cosechas, y terrenos, pero

no se usa en la agricultura en general. En terrenos que contienen mucha cal (*lime*) este material está propiamente en su sitio.

Nitrato de soda sintético se manufactura hoy en Alemania y Estados Unidos, especialmente en este último país en grandes cantidades.

El nitrógeno, en sí, no es aplicable y por lo tanto se hace necesario un conductor. Reducir el número de estos conductores y reemplazar los mismos por medio de materiales más valiosos, es la meta que se propone alcanzar la industria de nitrógeno sintético.

Uno de estos materiales es nitrato de amonio (*ammonium nitrate*). En este material el conductor del amoníaco es el nitrato y viceversa el conductor del nitrato es el amoníaco. Este material no se usa o no debe usarse para aplicación directa debido a que es muy *hycroscopic,* pero puede usarse en combinación, como por ejemplo, *leunasalpeter,* es una sal doble (*double salt*) de nitrato de amonio y sulfato de amonio. Por medio de esta combinación el contenido de nitrógeno alcanza un 26 por ciento del cual una cuarta (¼) parte se encuentra en forma de nitrato y tres cuartas (¾) partes en forma de amoníaco.

Hace pocos años fué lanzado al mercado en Inglaterra, un material bajo el nombre de *nitrochalk* con un 16 por ciento contenido de nitrógeno y un 10 por ciento en otros materiales, bajo el mismo nombre. Este material no es otra cosa que nitrato de amonio combinado con carbonato de calcio (*calcium carbonate*).

En estos últimos años fué lanzado al mercado americano por la Synthetic Nitrogen Products Corporation de Nueva York, un material bajo el nombre de *calnitro* con 20.5 por ciento de nitrógeno del cual la mitad está en forma de nitrato y la otra mitad en forma de amoníaco. Este último material es muy parecido al *nitrochalk,* que no es sino una mezcla de nitrato de amonio y carbonato de calcio.

Nitrato de potasio de amonio. (*Potasium Ammonium Nitrate*) con 16 por ciento de nitrógeno, del cual 8 por ciento está en forma de amoníaco y 8 por ciento en forma de nitrato y 27 por ciento en potasa, se manufactura de una combinación de nitrato de cloruro de potasio (*potasium chloride*).

La otra combinación es de nitrógeno con nitrato de potasio con 13 por ciento de nitrógeno y 44 por ciento de potasa. Este material se usa principalmente para fines técnicos, pero es muy beneficioso para cosechas sensitivas como el tabaco. Se usa en los Estados Unidos en abonos mezclados para tabaco, principalmente en los estados de Connecticut y Massachusetts.

Combinaciones con nitrógeno y fosfato son de gran importancia debido a su alta concentración. Fosfato de amonio (*ammonium phosphate*) con 10 por ciento de nitrógeno, 48 por ciento de P_2O_5 es un material bien conocido. Fosfato de diamonio (*di-ammonium phosphate*) con 21 por ciento de nitrógeno y 53 por ciento de P_2O_5, es una de las más altas concentraciones posibles en alimentos para plantas hoy en día. Es manufacturado en grandes cantidades en Alemania por la I. G. Farben Industrie.

Los materiales de alta concentración no son propios para ser usados directamente como abonos, pero son muy útiles para la fabricación de combinaciones de alimentos para plantas, de alta concentración.

Hace pocos años, la I. G. Farben Industrie de Alemania, lanzó al mercado dichas combinaciones bajo el nombre de nitrophoska. Las diferentes nitrophoskas en uso en los Estados Unidos son:

	N	NH_3	P_2O_5	K_2O
	%	%	%	%
Nitrophoska No. 1..	15	(18.2)	30	15
Nitrophoska No. 2..	16½	(20.0)	16½	21½
Nitrophoska No. 3..	15½	(18 8)	15½	19
Nitrophoska No. 4..	15	(18.2)	11	26½

Estas nitrophoskas no son otra cosa que combinaciones de nitrato de amonio y fosfato de di-amonio, además de potasa en diferentes proporciones. Se obtiene la unión de estos materiales en solución con la excepción de la nitrophoska número 3 en la cual se usa sulfato de potasa (*sulphate of potash*) y este material se mezcla con una combinación de nitrato de amonio y fosfato de amonio.

La razón por la cual se manufacturan materiales de tan alta concentración, es para conseguir que el alimento de la planta le sea todo lo más barato posible al agricultor y librarle de este modo de los gastos de transporte, manejo, embalaje, almacenaje, etc., etc.

No sabemos lo que será en el futuro, pero la industria de nitrógeno sintético jugará un papel más y más importante cada día en la industria del abono y la agricultura en general. Nuevos y mejores materiales aparecerán en el mercado, mientras los materiales viejos irán desapareciendo. No todos, sino solamente los mejores materiales perdurarán para el futuro.

Subscríbase a la

Revista de Agricultura de Puerto Rico